

Universidad Carlos III de Madrid
Escuela Politécnica Superior
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL: ELECTRICIDAD

REHABILITACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DESTINADO A USO ADMINISTRATIVO

AUTOR: Borja Fernández Jiménez

TUTOR: Esteban Patricio Domínguez González-Seco

JULIO 2013



AGRADECIMIENTOS

Una vez finalizado el proyecto, me gustaría agradecer a las personas que me han apoyado, de una u otra forma a la elaboración del mismo.

En primer lugar, agradecer a mi Tutor de proyecto, Esteban Domínguez por darme la oportunidad de tener mi primera experiencia laboral, relacionada con mis estudios y de realizar el proyecto a través de la empresa; en segundo lugar a mi Tutor en la empresa, Santiago Ponce persona encargada de mi aprendizaje, aclarándome los conocimientos adquiridos en la carrera y enseñándome a adaptarlos a la vida real y laboral; sin él no hubiese sido capaz de realizar este proyecto, muchas gracias.

Un lugar destacado en este apartado de agradecimientos, es para mi padre, por su apoyo y ayuda, pero sobre todo por confiar y por su paciencia durante todos estos años, muchas gracias.

A Patri, por su apoyo incondicional, su cariño, por aguantarme en los momentos difíciles, por ser la persona que me acompaña en el día a día y me hace que todo sea más sencillo, muchas gracias.

En último lugar, a los amigos de siempre, la familia y en particular a mi hermano por todos los buenos momentos que hemos pasado juntos y por los que nos quedan por pasar, muchas gracias.



INDICE GENERAL

Objetivos	5
Memoria descriptiva	7
Cálculos justificativos	37
Pliego de condiciones técnicas	78
Presupuesto	144
Bibliografía	161
Planos	166



OBJETIVOS



Este proyecto se basa en el desarrollo de las instalaciones eléctricas de un edificio de gran altura, destinado a oficinas. Por esta razón, adecuándonos a la normativa, se describen detalladamente y se calculan todas las infraestructuras necesarias para la funcionabilidad y habitabilidad del mismo. Para ello han de cumplirse una serie de objetivos:

- * La intensidad admisible por el cable debe ser superior a la demandada.
- * La caída de tensión desde el cuadro general debe ser inferior al 3%.
- * Sección del cable normalizada.
- * La instalación debe tener línea de tierra.
- * La sección de tierra ha de ser acorde a la fase y al neutro asociado.
- * Los cables deben entrar en el interior del tubo asignado
- * La intensidad de los PIA debe ser superior a la demandada e inferior a la máxima que soporta el cable.
- * El poder de corte a cortocircuito de los PIA y/o magnetotérmico sea mayor que la intensidad de cortocircuito de la línea.
- * No debe existir ningún PIA y/o magnetotérmico aguas abajo de mayor intensidad que otro de aguas arriba.
- * Las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas han de ser acordes a las del cable para que la protección dispare antes de que se deteriore el mismo.
- * Protección contra contactos indirectos aguas arriba.



MEMORIA



INDICE

1. Generalidades	9
2. Estudio de cargas	9
2.1. Descripción del edificio	9
2.2. Previsión de cargas	11
3. Reglamentos y normas	12
4. Descripción de las instalaciones	13
4.1. Red de media tensión	13
4.2. Centro de transformación y seccionamiento	14
4.2.1. Instalación eléctrica	14
4.3. Grupo electrógeno	22
4.4. Instalación de baja tensión	24
4.4.1. Cuadros eléctricos	24
4.4.2. Cuadro general de baja tensión	26
4.4.3. Cuadros secundarios	26
4.4.4. Líneas	27
4.4.5. Canalizaciones	28
4.4.6. Alumbrado, Tomas de corriente y puestos de trabajo	30
4.5. Instalación de equipos de alimentación ininterrumpida	34
4.6. Red de tierras	34
4.7. Instalación de pararrayos	35
4.8. Batería de condensadores	35



1. GENERALIDADES

El objetivo de este capítulo es el de definir las instalaciones de alta y baja tensión a ejecutar, conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión y demás normas complementarias en el edificio de paseo de la Castellana nº 33, en Madrid.

Para atender las necesidades de potencia del edificio se sitúa en la planta sótano 1 en un cuarto específico, el centro de transformación y seccionamiento, con acceso propio para la Compañía suministradora y que cuenta con espacio para situar las celdas de entrada, considerando esta el punto de partida de nuestra instalación con una tensión nominal de 15kV y las celdas de salida con una tensión nominal de 400V.

El suministro complementario de reserva estará atendido mediante grupo electrógeno de arranque, conexión a la red, desconexión y parada automática por falta y vuelta del suministro normal ubicado en la cubierta del edificio en cuarto específico.

Los equipos informáticos y los puestos de trabajo dispondrán de alimentación ininterrumpida para evitar posibles pérdidas de información.

Se aplicarán los criterios establecidos en el código técnico de la edificación en materia de eficiencia energética y seguridad en instalaciones eléctricas.

2. ESTUDIO DE CARGAS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio tendrá una ocupación superior a cien personas, por lo que a partir de ahora se va a considerar como local de pública concurrencia, como especifica la norma ITC-BT-28. Según esta instrucción y la necesidad de continuidad de servicio ante posibles fallos en el suministro normal (para evacuación o terminar el trabajo con seguridad) se debe instalar un suministro complementario. Para ello se instalará un grupo electrógeno (GE) con la potencia necesaria.

El inmueble tiene tres sótanos destinados a estacionamiento subterráneos para más de cien vehículos, en este caso la norma exige un suministro de reserva del 25% de la potencia instalada en los aparcamientos. En este proyecto la potencia instalada en los tres sótanos será atendida en su totalidad desde el Cuadro General de baja tensión de grupo.

El edificio tiene planta baja (con una entreplanta) y diecinueve alturas a partir de la cota cero. En la parte posterior hay un auditorio que ocupa parte de la planta baja, entreplanta, y primera planta.



El resto de estas plantas estará destinado a recepción y oficinas. Desde la primera planta a la decimosexta la ocupación es de oficinas; la planta decimosexta contiene la maquinaria de ascensores y parte de la misma se destina a oficinas; las plantas decimosexta y cubierta contienen elementos comunes e instalaciones; una escalera central comunica verticalmente todas las plantas. Para la evacuación de emergencia existe una escalera exterior adosada por la parte posterior del edificio.

El centro de transformación y seccionamiento estarán situados en el sótano uno, ambos centros compartirán local instalándose una malla metálica que separe la parte perteneciente a la compañía eléctrica (a la que tendrá acceso exclusivo) de la parte de abonado.

Desde el C.T se da servicio a los consumos de todo el edificio.

También en el sótano uno se ubica el cuadro General de Baja tensión (C.G.B.T RED). Paralelo a este y en la misma ubicación se encuentra el cuadro general de baja tensión de grupo (C.G.B.T GRUPO), con una conmutación automática entre el suministro de red y el suministro complementario (GE) ante una falta de tensión en la red. En ambos cuadros se encuentran las protecciones adecuadas para las líneas eléctricas de los diferentes cuadros secundarios y receptores. Estas suben por el patinillo que comienza en el sótano uno ascendiendo hasta la cubierta. De este modo, en cada planta dispondremos de cuadros de alimentación de red y cuadros con alimentación desde red destinados a las instalaciones de seguridad.

El grupo electrógeno estará situado en la cubierta y alimentará al C.G.B.T GRUPO de sótano uno. Dado que todas las cargas van a ser alimentadas desde cuadros secundarios, la instalación constará de dos niveles de protección a nivel de sobrecargas, cortocircuitos y contactos indirectos, teniendo en cuenta los criterios de selectividad y filiación adecuados según los datos de corriente de cortocircuito que nos facilita la compañía eléctrica en el punto de conexión de nuestra instalación.

Todo el edificio dispone de alumbrado de emergencia. Éste, si las luminarias lo permiten, estará cubierto por kits de emergencia con una o tres horas de autonomía localizado en las mismas luminarias del alumbrado normal; para el resto se dispone de luminarias con bloque autónomo con baterías de Níquel-Cadmio de una hora de duración, acorde con el código técnico de edificación (CTE) en la sección SU-4.

Para los puestos de trabajo, cargas informáticas y repartidores de planta se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) con unos tiempos de alimentación suficientes como para terminar los trabajos con seguridad; además evitaremos posibles averías o problemas en estos aparatos, ya que dispondremos de una forma de onda "limpia"



2.2. PREVISIÓN DE CARGAS

Para la previsión de cargas nos hemos apoyado en la ITC-BT-10. La carga que corresponde a nuestro edificio resulta de la suma de la potencia de los servicios generales de los sótanos, las plantas destinadas a oficinas y el auditorio.

Las cargas correspondientes a los servicios generales será la suma de potencias previstas en ascensores, acondicionamiento de aire, grupo de presión de incendios zonas comunes y todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad.

Haciendo una estimación para todas las zonas comunes, reflejaremos en la siguiente tabla la previsión de los servicios generales.

C.G.B.T	CS-ASCENSORES	75.000
C.G.B.T	CS-GÓNDOLA	7.000
C.G.B.T	CS-AUDITORIO	45.000
C.G.B.T	CS-RITS	15.000
C.G.B.T	CS-RITI	15.000
C.G.B.T	CS-FONT	45.000
C.G.B.T	CS-UTAS	44.500
C.G.B.T	CS-CALD	24.000
C.G.B.T	CS-TORRES	60.000
C.G.B.T	CS-ENFRIADORA3	190.000
C.G.B.T	TE-GPI1	60.000
C.G.B.T	TE-GPI2	60.000
C.G.B.T	CS-SÓTANO3	24.000
C.G.B.T	CS-SÓTANO2	28.000
C.G.B.T	CS-SÓTANO1	25.000
C.G.B.T	ZC-PB a P17 $\xrightarrow{10000 \times 18}$	180.000
C.G.B.T	TE-ENFRIADORA1	190.000
C.G.B.T	TE-ENFRIADORA2	190.000
C.G.B.T	CS-CUBIERTA	25.000
C.G.B.T	CS-ALUMBRADO EXTERIOR	100.000
C.G.B.T.	CS-MONTACARGAS	20.000
C.G.B.T	TOTAL SERV.GEN	1407,5 KVA

Figura 1-Tabla. Previsión de cargas de servicios generales



La carga de los sótanos se ha calculado según la ITC-BT-10 con un ratio de 10W/m² puesto que tiene ventilación natural y coeficiente de simultaneidad de 1. Para las oficinas se ha estimado el mínimo de 100W/m² y un coeficiente de simultaneidad de 1.

C.G.B.T	CS-PLANTAB	50.000
C.G.B.T	CS-PLANTA1	45.000
C.G.B.T	CS-PLANTA2	51.200
C.G.B.T	CS-PLANTA3 α PLANTA14	572.000
C.G.B.T	CS-PLANTA15	44.000
C.G.B.T	CS-PLANTA 16	44.000
C.G.B.T	CS-PLANTA17	20.000
C.G.B.T	TOTAL OFICINAS	826,2 KVA

Figura 2-Tabla Previsión de cargas: Zona de oficinas

Para atender esta demanda se dota a la instalación de tres transformadores, dos de 800KVA y uno de 630KVA, mientras que para el suministro complementario se prevé la instalación de un grupo electrógeno de 1100KVA.

3. REGLAMENTOS Y NORMAS

Para la ejecución de la instalación eléctrica, se seguirán los criterios marcados en los Reglamentos y disposiciones oficiales y particulares vigentes:

- ❖ Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- ❖ Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Sección HE-3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” y Sección SU-4 “Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada”.
- ❖ Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, según decreto 3275/1982 de instrucciones MIE-RAT con orden de fecha de 6 de julio de 1984.
- ❖ Real Decreto 1027/2007, Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios.



- ❖ UNE 20-460-04 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.
- ❖ UNE 20-460-03: Instalaciones eléctricas en edificios.
- ❖ UNE EN 12464-1-2002: Iluminación interior en los lugares de trabajo.
- ❖ EN-IEC 60 947-2:2002(UNE-NP): Aparamenta de baja tensión.
- ❖ Real decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código técnico de la edificación (DB, SU4, SU8 y HE3)

4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.1 RED DE MEDIA TENSIÓN

Para comenzar con el diseño del centro de transformación debemos saber el tipo de centro de transformación que vamos a instalar. Se pueden distinguir dos tipos de centros de transformación según su utilización, tenemos por un lado el centro de distribución cuya propiedad pertenece a la compañía eléctrica y por otro lado el centro de transformación de abonado, nos encontramos en el segundo caso, el propietario del CT es el cliente, por ello según el RAT-ITC-19, en su apartado 4, la compañía suministradora nos debe facilitar los siguientes datos:

- ❖ Tensión nominal de la red.
- ❖ Nivel de aislamiento.
- ❖ Intensidad máxima de cortocircuito trifásica y a tierra.
- ❖ Tiempos máximos de desconexión en caso de defecto.
- ❖ Cuantos datos sean necesarios para la elaboración del proyecto y que dependen del funcionamiento de la red.

Para el caso particular de esta instalación, la acometida (línea de distribución) será en Media Tensión a 15 kV procedente de las redes de distribución de la Compañía Suministradora (Iberdrola). La alimentación será en anillo o bucle con lo que se mejorará la calidad de servicio de la red (continuidad) en caso de que haya un defecto en la red, porque se puede reconfigurar para aislar el defecto y poder mantener la alimentación.



La acometida llegará a un centro de Seccionamiento de Compañía con acceso directo para personal de la compañía suministradora. Desde él, se alimenta al Centro de Medida y Reparto, tras estas celdas se conectarán los transformadores.

4.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO

4.2.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.2.1.1 Características de la red de alimentación

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 15 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

4.2.1.2 Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

- Características Generales Celdas RM6:

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con aparamenta de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1, con las siguientes características:

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV e.
 - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.



- Intensidad asignada en funciones de línea:	400 A
- Intensidad asignada en funciones de protección. (400 A en interruptor automático)	200A
- Intensidad nominal admisible durante un segundo:	16 kA ef.

- Características generales Celdas SM6

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envoltorio metálico compartimentado de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

Las celdas SM6 tienen las siguientes características:

- Tensión asignada:	24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:	
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto:	50 kV ef.
a impulso tipo rayo:	125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea:	400 A.
- Intensidad asignada en interruptor automático	400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles.	200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo:	16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:	40 kA cresta,



es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.

- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324.

- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

4.2.1.3 Celdas

A continuación se describen las características de los elementos que componen las diferentes celdas de la instalación del CT y el centro de seccionamiento.

➤ **Celda de entrada y salida de línea:** Celda de tres interruptores:

Conjunto Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM6 3I (3L) telemandado, equipado con TRES funciones de línea con interruptor, de dimensiones: 1.705 mm de alto, 1.186 mm de ancho, 710 mm de profundidad.

Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre SF6, 24 KV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea, conteniendo:

El conjunto estará equipado para la automatización (telemando) conforme a las especificaciones de automatización de Iberdrola, incorporando:

- Funciones de líneas motorizadas.
- Cajón de automatización sobre celda compacta contenido:
 - 2 unidades de relé para la automatización.
 - 2 conjuntos de 3 toroidales 500/1A.
 - 2 conjuntos de 3 divisores de tensión MT.
 - 1 conjunto rectificador-cargador de baterías para la alimentación de equipos.

El interruptor de la función de línea es un interruptor-seccionador de las siguientes características:



- Intensidad térmica: 16 kA eficaces.
 - Poder de cierre: 40 kA cresta.
-
- Funciones de líneas motorizadas.
 - Seccionador de puesta a tierra en SF6.
 - Palanca de maniobra.
 - Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea.
 - 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
 - Pasatapas de tipo roscados M16 de 400 A en las funciones de línea.
 - Cubrebornas metálicos en todas las funciones.
 - Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- 3 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400A cada uno.

➤ **Armario de comunicaciones GPRS**

Armario ACOM-I-GPRS con cubierta transparente con las siguientes características:

- Dimensiones 315 x 405 x 171 mm, con tapa superior transparente + placa de montaje de poliéster.
- Clase térmica A UNE 21 305, UNE 20 67212-1
- IP 43 UNE 30 324.
- IK 09 (10 J) UNE 50 102.
- Cierre por tornillos imperdibles y precintable.

El armario alojará en su interior los Equipos descritos en la especificación: "ET.- Armarios Comunes Proyecto SATR. Junio 2011- Ed. 2". Aislamiento de 10kV entre los elementos referenciados a baja y media tensión. Dentro del armario se incluyen:



- Magnetotérmico (Tetrapolares Curva C 2A, Monofásico Curva D 6A, Tmax 400V)
- Bornas seccionables.
- Router GPRS modelo 4DRN.

➤ **Celda de paso de barras**

Celda Schneider Electric de paso de barras modelo GIM, de la serie SM6, de dimensiones: 125 mm de anchura, 840 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, para separación entre la zona de Compañía y la zona de Abonado, a una intensidad de 400 A y 16 kA.

➤ **Celda de remonte**

Celda Schneider Electric de remonte de cables gama SM6, modelo GAME, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 870 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparada para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Embarrado de puesta a tierra.

➤ **Celdas de protección:** como en nuestro caso hay 3 transformadores habrá 3 celdas de protección con interruptor automático y tendrán las siguientes características. Celda Schneider de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.220 mm de profundidad, 1.600 mm de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 tipo Fluarc SFset, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.



- Mando RI de actuación manual.
 - 3 captadores de intensidad modelo CRa para la alimentación del relé VIP 40
 - Embarrado de puesta a tierra.
 - Seccionador de puesta a tierra.
 - Unidad de control VIP 40, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador Mitop instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados
 - en la toma inferior del polo. Sus funciones serán la protección contra sobrecargas y cortocircuitos (50-51).
 - Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general BT no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda DM1C no se ha cerrado previamente.
- **Celda de medida:** Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada inferior por cable y salida superior derecha por barras, gama SM6, modelo GB CD, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:
- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24KV y 16 kA.
 - Entrada inferior por cable seco unipolar y salida superior derecha por barras.
 - 3 Transformadores de intensidad de relación 150-300/5-5A, 10VA CL. 0,2 S. $I_{th}=200I_n$ y aislamiento 24 KV.
 - 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 16.500:V3-22.000:V3, 25 VA, CL0.5, $F_t= 1.9$ y aislamiento 24 KV.

En la siguiente figura se puede observar la instalación del centro de seccionamiento y el CT:

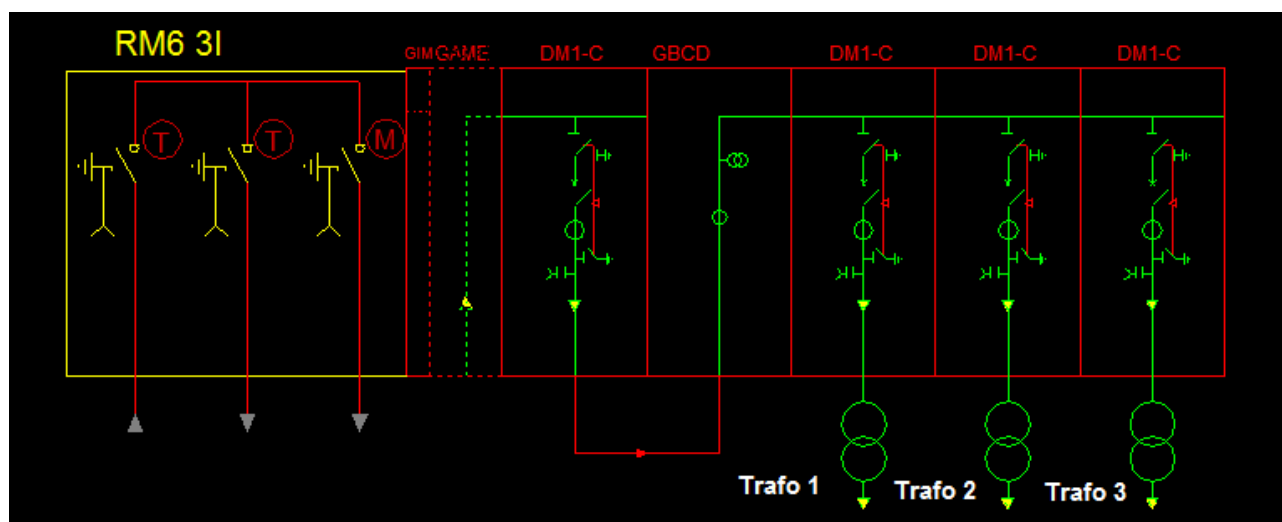


Figura 3 Centro de transformación y seccionamiento (1)

4.2.1.4 Transformadores

Para el centro de transformación se ha proyectado tres transformadores, en función de la demanda de energía eléctrica de la instalación, obtenida en la previsión de cargas. Se instalarán dos transformadores de 800KVA y uno de 630KVA de acuerdo al esquema eléctrico de la figura 3, será implantado en el sótano 1 del edificio y tienen las siguientes características:

□ Transformadores de 800 KVA:

Serán dos máquinas trifásicas reductoras de tensión, referencia JLJ3SE0800FZ, siendo la tensión entre fases a la entrada de 15 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro(*).

Los transformadores a instalar tendrán el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (AN), modelo TRIHAL de Schneider Electric, encapsulados en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

Los transformadores tendrán los bobinados de AT encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxi con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo así un encapsulado ignífugo autoextinguible.

Los arrollamientos de A.T. se realizarán con bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas, con lo que se conseguirá un nivel de descargas parciales inferior o igual a 10 pC. Se exigirá en el protocolo de ensayos que figuren los resultados del ensayo de descargas parciales.



Por motivos de seguridad en el centro se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- Ensayos de choque térmico (niveles C2a y C2b),
- Ensayos de condensación y humedad (niveles E2a y E2b),
- Ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1).

No se admitirán transformadores secos que no cumplan estas especificaciones.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21538, siendo las siguientes:

- | | |
|--|--|
| ❖ Potencia nominal: | 800 kVA. |
| ❖ Tensión nominal primaria: | 15.000 V. |
| ❖ Regulación en el primario: | +/-2,5%, +/-5%. |
| ❖ Tensión nominal secundaria en vacío: | 420 V. |
| ❖ Tensión de cortocircuito: | 6 %. |
| ❖ Grupo de conexión: | Dyn11. |
| ❖ Nivel de aislamiento: | |
| | Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 95 kV. |
| | Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV. |

(*)Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21538 (96)(HD 538.1 S1)

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm² Al para las fases y de 2x240 mm² Al para el neutro.

DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN:

Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103, para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.



□ Transformador de 630 KVA:

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia JLJ3SE0630FZ, siendo la tensión entre fases a la entrada de 15 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro(*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (AN), modelo TRIHAL de Schneider Electric, encapsulado en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

El transformador tendrá los bobinados de AT encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxi con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo así un encapsulado ignífugo autoextinguible.

Los arrollamientos de A.T. se realizarán con bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas, con lo que se conseguirá un nivel de descargas parciales inferior o igual a 10 pC. Se exigirá en el protocolo de ensayos que figuren los resultados del ensayo de descargas parciales.

Por motivos de seguridad en el centro se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- Ensayos de choque térmico (niveles C2a y C2b),
- Ensayos de condensación y humedad (niveles E2a y E2b),
- Ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1).

No se admitirán transformadores secos que no cumplan estas especificaciones.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21538, siendo las siguientes:

❖ Potencia nominal:	630 kVA.
❖ Tensión nominal primaria:	15.000 V.
❖ Regulación en el primario:	+/-2,5%, +/-5%.
❖ Tensión nominal secundaria en vacío:	420 V.
❖ Tensión de cortocircuito:	6 %.
❖ Grupo de conexión:	Dyn11.
❖ Nivel de aislamiento:	
	Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 95 kV.
	Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.



(*)Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21538 (96)(HD 538.1 S1)

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm² Al para las fases y de 2x240 mm² Al para el neutro.

DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN:

Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103, para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.

4.3 GRUPO ELECTRÓGENO

Las instalaciones eléctricas que aseguran una función esencial a la seguridad del personal, denominadas instalaciones de seguridad, deben establecerse en las condiciones de la normativa correspondiente a locales de pública concurrencia, ITC-BT-28.

Las instalaciones de seguridad comprenden:

- Las instalaciones que aseguran el alumbrado de seguridad
- Las instalaciones donde el mantenimiento del servicio es necesario para asegurar la seguridad de las personas en caso de siniestro, tales como:
 - Los dispositivos de alarma
 - La señalización de seguridad
 - Las telecomunicaciones internas de seguridad

Por tanto para la alimentación de estas instalaciones de seguridad se va a instalar en la planta Cubierta un grupo electrógeno de 1100 KVA, con el fin de, en caso de ausencia de tensión en la



red de suministro normal, previa conmutación, actúe dicho grupo sobre las instalaciones de seguridad de nuestro edificio.

Para ello, se ha seleccionado un grupo electrógeno diésel insonorizado de la marca *Tecnics*, con motor CULMMINS refrigerado por agua, que tiene las siguientes características generales:

- Motor refrigerado por agua con protector de ventilador y partes rotantes
- Arranque, alternador, carga-baterías 24VDC
- Alternador principal MECC-ALTE o similar
- Acoplamiento SAE motor alternador
- Aisladores de vibración entre motor y chasis
- Chasis de acero laminado electro soldado
- Depósito registrable de acero
- Capacidad de 8 horas al 75% de carga
- Control BE-ONE o similar
- Incluye silenciador instalado de 10 dB
- Relleno con aceite y anticongelante

El suministro e instalación del grupo electrógeno será insonorizado con cabina acústica de la marca TECNICS, amortiguadores elásticos, silenciador instalado con todos sus elementos, deposito gasoil, cuadro control motor, y cuadros auxiliares de maniobra eléctrica. Silemblocs de caucho entre pies del grupo y el suelo.

Con potencia de 1100 kVA, 880 kW de potencia en servicio standby (emergencia) para fallos de red según normas ISO 8528-1.

La potencia activa de 880 (kW) está al $\pm 5\%$ de acuerdo con las normas de los fabricantes del motor.

Motor Diesel CUMMINS tipo QST30G4 de 970 kW_m. o equivalente, refrigerado por agua, con arranque eléctrico.

-CUADRO DE CONTROL DE MOTOR: basado en microprocesadores, para el completo control del motor, con señalización de todas las alarmas, con función de paro, así como las informativas. Control de los parámetros del alternador. Visualización de todos los datos mediante pantalla de leds. Gestión de la función de arranque automática. Todos los parámetros programables.

-CONTROL DE LA POTENCIA: mediante relé electrónico.

-CONTROL DE POTENCIA: mediante interruptor disyuntor magneto térmico



-CONTROL FTR: (Fallo de Tensión en la Red) independiente del cuadro del motor, realiza la vigilancia de la red, mandando la orden de arranque al cuadro de control del grupo ante un fallo de suministro, al mismo tiempo que remite las ordenes temporizadas correspondientes de accionamiento al cuadro de conmutación.

-CONMUTACIÓN. Cuadro de conmutación de la potencia Red-Grupo, tetra polar con una tensión de 400 V, con envolvente metálico. Con fusibles de protección a las maniobras. Suministrado independiente, para su colocación en el lugar más apropiado.

-CARGADOR DE BATERÍAS. Para el mantenimiento en carga de las mismas durante largos periodos de inactividad.

4.4.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

4.4.1 CUADROS ELÉCTRICOS

Los cuadros eléctricos son elementos importantes de la seguridad de una instalación eléctrica. Deben proyectarse y realizarse de acuerdo a las normas UNE-EN 60.439 y siguiendo las prescripciones del fabricante.

Se prevé instalar los diferentes equipos de protección, medida y maniobra de la instalación interior, siguiendo los criterios que cumplen con la ITC-BT-17:

- ❖ Grado de protección mínimo de IP30 e IK07
- ❖ Se debe instalar un interruptor magnetotérmico general de corte omipolar y accionamiento manual independiente del ICP.
- ❖ Todos los circuitos deben a su vez quedar protegidos contra contactos indirectos mediante la colocación de uno o varios interruptores diferenciales por cada circuito o grupo de circuitos.
- ❖ Cada circuito quedará protegido con un interruptor magnetotérmico que garantice la protección del conductor y las cargas que alimenta.

Además, para garantizar la correcta coordinación entre los cuadros eléctricos generales y secundarios se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

La selectividad: Es la coordinación de los dispositivos de corte, para que un defecto proveniente de un punto cualquiera de la red sea eliminado por la protección ubicada inmediatamente aguas arriba del defecto, y sólo por ella. La selectividad se puede realizar en 2, 3 o 4 niveles

dependiendo de la instalación. En nuestro caso, la selectividad se realiza en dos niveles correspondiéndose el nivel uno con el Cuadro General de Baja Tensión y el nivel dos con los cuadros secundarios. La selectividad se obtiene con el escalonamiento de los valores normalizados: 30, 100, 300 mA y 1 A y temporizando las desconexiones.

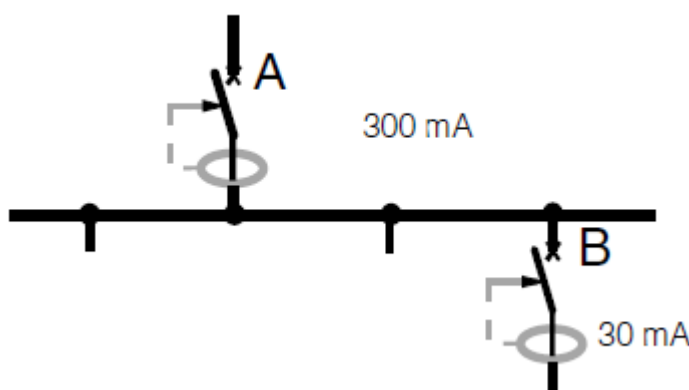


Figura 4 Selectividad total a dos niveles (2)

La filiación: es la utilización del poder de limitación de los interruptores. Esta limitación ofrece la posibilidad de instalar aguas abajo aparatos de menor poder de corte. Los interruptores limitadores instalados aguas arriba asumen un rol de barrera para las fuertes corrientes de cortocircuito. Ellos permiten a los interruptores de poder de corte inferior a la corriente de cortocircuito presunta en el punto de la instalación, ser solicitados dentro de sus condiciones normales de corte.

La limitación de la corriente se hace a todo lo largo del circuito controlada por el interruptor limitador situado aguas arriba, y la filiación concierne a todos los aparatos ubicados aguas abajo de ese interruptor, estén o no ubicados dentro del mismo tablero. Desde luego, el poder de corte

del interruptor de aguas arriba debe ser superior o igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto donde él está instalado.

La filiación debe ser verificada por ensayos en laboratorio y las asociaciones posibles entre interruptores deberán ser dadas por los constructores.

4.4.2 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)

El CGBT se alimenta desde las protecciones en B.T. de los transformadores (Suministro Red) y desde el Grupo (Red/Grupo).



Estará formado por varios paneles metálicos del tipo Prisma P de M.G. alojando la aparamenta de protección de las líneas generales relacionadas en el esquema correspondiente. Dicho cuadro eléctrico se montará según esquema unifilar presentado y contará con revestimiento anticorrosivo con polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, clase de protección IP-30 e IK-07, fabricado según normas de ITC-BT, con puertas delanteras y traseras para acceso a la aparamenta. Preparado para mandar y señalizar la instalación en el propio cuadro. Conteniendo los elementos necesarios, cableado, clemas, borneros, fusibles, etc., según esquemas, para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, totalmente instalado y funcionando, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y contará con una reserva de espacio para posibles aumentos del 20%. Las principales características de este sistema de ejecución se resumen a continuación:

- ❖ Armario metálico con frentes y laterales de chapa de acero electrozincada 2mm.
- ❖ Chasis, pletinas, cerramientos, paneles de fondo y techos fabricados en chapa de acero galvanizada.
- ❖ Pintura epoxi RAL a definir por la DF para elementos principales y para elementos de plástico, zócalos, paneles superiores, etc.
- ❖ Tensión asignada de aislamiento del juego de barras principal 1000 V.
- ❖ Tensión asignada de empleo 400V.
- ❖ Frecuencia nominal 50Hz.
- ❖ Corriente de cortocircuito (kA eff. 1s) según especificado hasta 100kA.

4.4.3 CUADROS SECUNDARIOS (CS)

Los CS estarán implantados según se indica en los planos correspondientes y contendrán los aparatos de mando y protección necesarios, según el esquema tipo que se aporta. La protección diferencial será de alta sensibilidad. Para dar respuesta a las necesidades que plantean los cuadros secundarios de baja potencia hasta calibres de 630A se ha seleccionado el sistema de ejecución Prisma Plus serie G de Schneider Electric. Las principales características de este sistema de ejecución se resumen a continuación:



- ❖ Armario metálico con chapa de acero de espesor 1-1,5mm.
- ❖ Tratamiento por cataforesis + polvo de epoxy poliéster, polimerizado en caliente.
- ❖ Color RAL a determinar por la DF.
- ❖ Grado de protección IP31 / IK07
- ❖ Tensión asignada de aislamiento del juego de barras principal 1000 V.
- ❖ Tensión asignada de empleo 400V.
- ❖ Frecuencia nominal 50Hz.
- ❖ Sección del neutro igual a fases.
- ❖ Circuito de control a 240V AC.
- ❖ Ejecución armario/mural

4.4.4. LÍNEAS

Las líneas eléctricas son las encargadas de transportar la energía demandada por la instalación. Los comerciales son los siguientes:

- RZ1-K (AS): Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R), y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1). Según UNE21.123-4. Cable Libre de halógenos, en su combustión no emite sustancias tóxicas. Color verde. Temperatura máxima: 90°C.

- RZ1-K (AS+): Igual que el RZ1-K (AS), pero con resistencia al fuego. Color naranja.

- DZ1-K (AS): Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D), y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1). Según UNE21.123-4. Cable Libre de halógenos, en su combustión no emite sustancias tóxicas. Temperatura máxima: 90°C.

- DZ1-K (AS+): Igual que el DZ1-K (AS), pero con resistencia al fuego. Color Naranja



- ES07Z1-K (AS): Unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con conductor de cobre clase 5 (-K), y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1). Según UNE21.123-4. Cable Libre de halógenos, en su combustión no emiten sustancias tóxicas. Color verde.

4.4.4.1 Líneas principales

Son las líneas destinadas a enlazar las bornas de BT de los transformadores con el C.G.B.T. y las bornas del alternador del Grupo Electrógeno hasta la conmutación del C.G.B.T. con GRUPO.

Para la conexión Transformador-Cuadro General serán en cable de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, no propagador del incendio, bajo en la emisión de humos, correspondiendo con la designación R Z1-0,6/1 kV-K(AS). Para la conexión Grupo-Cuadro General serán de cobre con designación RZ1- 0,6/1KV(AS+) resistente al fuego.

Las secciones de los conductores serán capaces de soportar sin sobrecalentamiento la potencia instalada, la potencia de cortocircuito sin superar los 250 °C en el tiempo de corte del interruptor automático que le protege, y no superar caídas de tensión que sobrepasen los permitidos por el Reglamento Vigente.

4.4.4.2 Líneas a cuadros secundarios

Estas líneas enlazan el CGBT con los CS de las diferentes dependencias. Serán del tipo RZ1-K (AS) Cu 0,6 / 1 kV montadas en bandeja metálica con tapa, para iluminación y para fuerza, mientras que para los consumos de seguridad serán cable resistente al fuego y libre de halógeno RZ1-K(AS+)

Se podrá instalar en cada una de las líneas un equipo de medida.

Las líneas se calcularán para que la densidad de corriente y la caída de tensión estén de acuerdo a la reglamentación, desde el secundario del transformador hasta el final de la instalación.

4.4.5 CANALIZACIONES

La canalización nos servirá para llevar las diferentes líneas a sus destinos correspondientes, estando sujeta a las prescripciones de instalación de la ITC-BT-21. El tipo de

canalización afecta directamente a la capacidad de transporte de potencia de las líneas, por lo que es un elemento de gran importancia en la instalación. La intensidad máxima admisible de los conductores se ha realizado según la tabla 1 de la ITC-BT-19:



A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁵⁾						3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁶⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾								3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR	
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	350	374	419	455	490	552	711
		300				360	404	423	484	524	565	640	821

Figura 5 Tabla de intensidades máximas admisibles (3)

La canalización de la acometida del centro de transformación al Cuadro General se llevará a través de la planta sótano 1 según planos, la instalación será a través de bandeja metálica con tapa.

En las plantas sótano 1, sótano 2 y sótano 3 el tipo de instalación será principalmente a través de tubo rígido de PVC con los diámetros estandarizados M20, M25, M32 y M40 y fijados firmemente al techo. Para el reparto de estos tubos se utilizará una bandeja metálica perforada.

La distribución de cableado a los cuadros secundarios de las plantas se llevará a través de bandeja tipo rejilla en disposición vertical a través del patinillo eléctrico.

La canalización en las plantas se realizará mediante bandeja tipo rejilla a través del falso suelo, los cables irán clasificados por ternas con el neutro al centro y separadas las ternas entre sí dos veces el diámetro del cable unipolar que lo forma.



Las bandejas sólo llevarán una capa de cables y estos irán atados a ellas (abrazados por ternas) con bridas de poliamida. Las bandejas tendrán continuidad eléctrica mediante el empleo de piezas de conexión del fabricante. Las bandejas metálicas irán puestas a tierra mediante conductor de cobre desnudo con una sección de 35 mm².

4.4.6 ALUMBRADO, TOMAS DE CORRIENTE Y PUESTOS DE TRABAJO

4.4.6.1 Alumbrado normal

El alumbrado normal estará generalmente equipado con lámparas fluorescentes TL5 para el alumbrado de oficinas, con tipo de encendido electrónico cuyo consumo es prácticamente nulo. Para otras dependencias como zonas comunes, aseos, comedores, recepción, se han elegido downlight con luminarias led optimizando así el consumo de la instalación de alumbrado. Para conseguir una instalación eficiente, nunca debemos pasar los valores de eficiencia energética (VEEI) que rige el CTE en su sección HE-3, este cálculo queda reflejado en los cálculos lumínicos en el apartado de cálculos justificativos.

El consumo del alumbrado de un edificio suele representar una parte importante de la factura eléctrica. No es difícil malgastar energía si la iluminación es ineficiente, algo que normalmente sucede si permanece encendida aunque no haya nadie presente o si emite más luz de la necesaria para una tarea determinada.

Para intentar evitar este malgasto de energía se ha optado por diferentes soluciones para las distintas dependencias de oficinas:

- Zonas diáfanas: Instalación de luminarias autorregulables en todo el alumbrado perimetral con distancia inferior a tres metros de las ventanas, con el fin de que éstas se atenúen a un nivel adecuado de iluminación en función de la luz natural.
- Los despachos, salas de reuniones, sala de conferencias: instalación del sistema *ActiLume de Philips*, éste se integra en la luminaria para ofrecer un sustancial ahorro de energía en las aplicaciones de sala, empleando para ello regulación en función de la luz diurna, detección de presencia y control por infrarrojos. Utilizando un despacho tipo de los que aparecen en los cálculos lumínicos, como modelo, a continuación se exponen las características e instalación del sistema ActiLume:
 - La detección de presencia se realiza mediante un sensor de infrarrojos pasivos (PIR). Cuando el sensor detecte presencia las luces se encenderán al 100% mientras que si no hay detección, las luces bajarán al nivel mínimo (20% o 2.5V en la entrada regulable del balasto).
 - La fotocélula, por otro lado, recoge el nivel de luz reflejado para regular la iluminación cuando ésta sea mayor que la realmente necesaria. El sensor, debe instalarse como mínimo a 1 metro de la ventana para evitar que la luz exterior incida directamente en él. Girando la rueda del diafragma se puede afinar dicho nivel de luz.

En la siguiente figura se puede observar el modo de instalación empleado en un despacho tipo; en el que una luminaria de la sala con ActiLume funciona como maestra de otras luminarias que actúan como esclavas (con balastos DALI),

Despacho: Solución ActiLume 1-10V

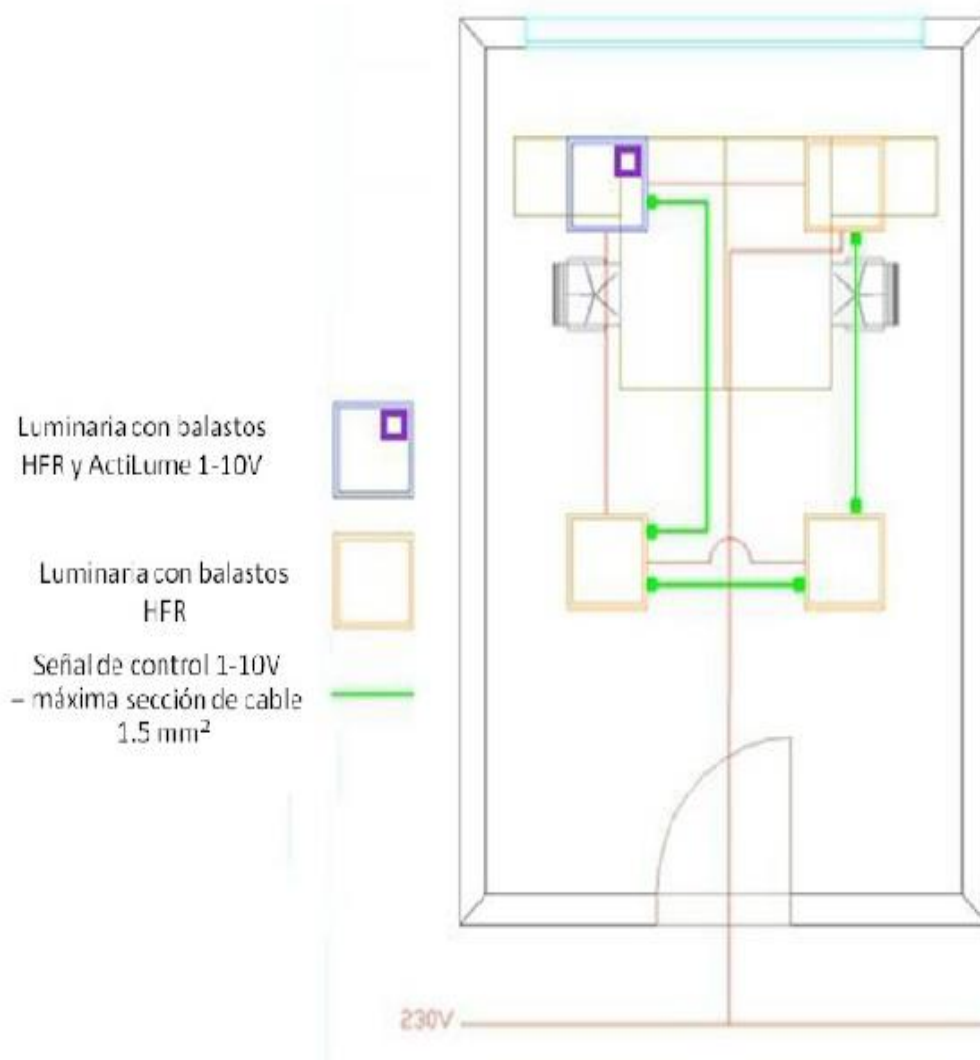


Figura 6 Solución ActiLume (4)

Continuando en la línea de un consumo eficiente, se ha diseñado un sistema de encendido para minimizar los gastos innecesarios, para ello, tal y como exige el documento básico HE3 del CTE, colocaremos sensores de presencia en las zonas de uso esporádico, como aseos y zonas comunes.

Para optimizar el uso de energía se van a diferenciar varias zonas de encendido;

-Pasillos: la iluminación de los pasillos se considera como servicio de seguridad. Por esta razón, se encuentra conectado al cuadro de zonas comunes de grupo de cada planta; con el fin de que, en caso de fallo del suministro normal se pueda garantizar que el recorrido de evacuación esté perfectamente iluminado. Este alumbrado permanecerá encendido en función de un interruptor horario alojado en dicho cuadro. Como muestra la figura, el pasillo permanecerá encendido en el horario de oficina (de 8:00 a 19:00). Después de esta hora el alumbrado de los pasillos podrán ser encendidos mediante los interruptores. En el esquema adjunto se puede ver que el alumbrado de los pasillos no puede ser desactivado manualmente, sólo se apagará con el reloj, siempre y cuando no quede nadie en el edificio.

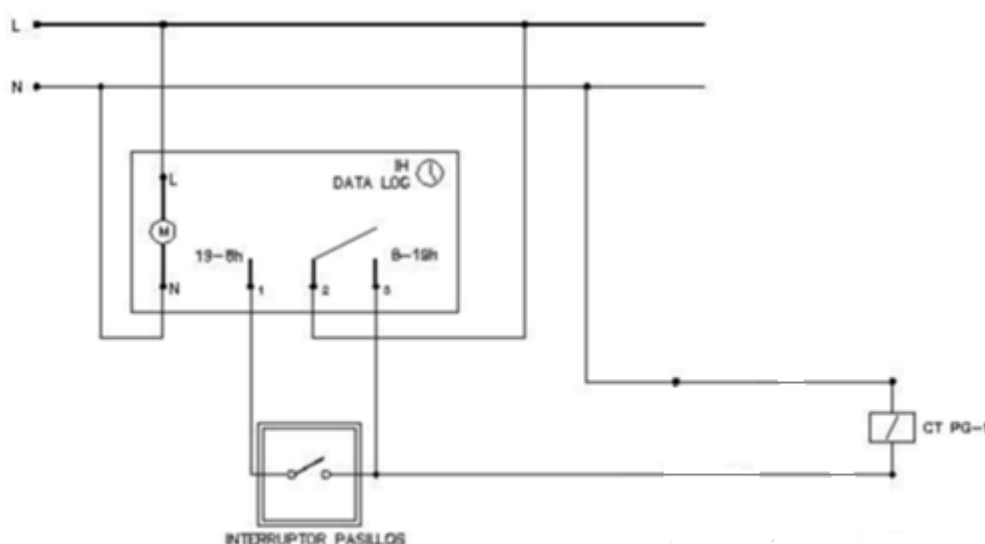


Figura 7 Control de encendido de pasillos (5)

-Zonas comunes: consideradas como servicios de seguridad, incluyen escaleras, vestíbulos de ascensores, pasillos interiores y aseos. Durante el horario de oficinas el alumbrado de estas zonas permanecerá encendido (8:00 a 19:30). Después de esta hora el alumbrado se controlará mediante detectores de presencia, que actuarán sobre el contactor del correspondiente circuito.

Los diferentes niveles de iluminancia previstos para las diferentes dependencias del edificio y que quedan reflejados en el apartado de cálculos lumínicos serán:



DEPENDENCIA	ILUMINANCIA MEDIA RECOMENDADA (LUX)
Pasillos	100-150
Vestíbulo, ascensores	100-150
Hall entrada	150-200
Escaleras	150-200
Zonas de trabajo	500-750
Despachos	500-750
Salas de reuniones, conferencias	450-700
Salas de descanso	300-500
Aparcamientos	100-200

Figura 8 Iluminancia mínima recomendada

4.4.6.2 Alumbrado de emergencia y señalización

Según el Código Técnico de Edificación en la sección SU-4, el edificio dispondrá de alumbrado de emergencia, de tal manera que en caso de fallo de suministro normal, proporcione un nivel de iluminación adecuado para poder evacuar el edificio con seguridad y evitando situaciones de pánico. Para ello se ha optado por diferentes soluciones en función de la sala y de las luminarias; para las oficinas, instalación de kits de emergencia con una o tres horas de autonomía ubicados en las mismas luminarias destinadas al alumbrado normal, para el resto de dependencias, como zonas comunes, aseos o comedores el alumbrado de emergencia estará formado por bloques autónomos de una hora de duración. En cualquiera de los casos, los equipos estarán alimentados permanentemente por la red, en caso de fallo de tensión o cuando su valor está por debajo del 70%, estos equipos se conectarán automáticamente a sus acumuladores, volviendo a su estado de reposo y carga habitual, cuando la tensión vuelva a su estado normal.

4.4.6.3 Tomas de corriente y puestos de trabajo

Los puestos de trabajo son elementos esenciales de la instalación, ya que son indispensables para el desarrollo de las actividades propias de las oficinas, cada puesto contará con dos tomas de corriente 2P+T 16A (blanco) alimentadas desde suministro normal, con protección diferencial y magnetotérmica, dos tomas de corriente 2P+T 16A (rojo) alimentadas desde el SAI, con protección diferencial superinmunizada y protección magnetotérmica y toma para voz y datos. Las tomas de corriente utilizadas son 2P+T 16A, además para dependencias donde exista o pueda existir cierto grado de humedad se instalarán tomas de corriente 2P+T 16A con protección IP55.



4.5 INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI)

El SAI es un aparato que se instala entre la línea de suministro y un ramal de utilización para carga, protegiendo a estas de las perturbaciones existentes en la línea de alimentación, la cual está sometida a la incertidumbre de la distorsión de la calidad de suministro.

Los fenómenos atmosféricos (rayos, escarchas...), los accidentes (cortocircuitos), los parásitos industriales, la puesta en marcha de ciertas máquinas (ascensores, alumbrado fluorescente) son a menudo causas de perturbaciones.

Además, en las desconexiones se producen corrientes parásitas de sobretensión y frecuencia, o microcortes de milisegundos. Estos incidentes pueden ocasionar perturbaciones y fallos de seguridad a los equipos informáticos

La instalación del SAI suministra a estos equipos una corriente depurada y por sí mismo, como dispone de autonomía, puede suplir la alimentación de la red en los desfallecimientos de la misma.

Los equipos SAI estarán equipados de baterías con autonomía estándar de diez minutos, considerándose un tiempo suficiente para terminar los trabajos con seguridad sin perder información que podría afectar a la productividad del edificio. Se contempla la instalación de equipos SAI en cada planta en función de las cargas y en las salas destinadas al RITI y RITS

4.6 RED DE TIERRAS

La instalación de tierra será conforme a la Instrucción ITC-BT-18 del REBT. Se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema: instalando, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 35 mm², formando un anillo cerrado bajo la edificación. A este anillo se conectarán electrodos, verticalmente hincados en el terreno, para disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena. La red dispondrá de picas de acero cobrizado de longitud y diámetro indicados en Proyecto.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberá conectarse la antena de radio y/o televisión, así como el sistema de pararrayos.



Todas las canalizaciones de circuitos a equipos receptores que parten de cuadros de mando y protección llevarán además de los hilos de fase y neutro, el conductor de protección (amarillo-verde), y a este cable se conectarán todos los receptores, incluso y obligadamente, las armaduras de las luminarias.

Los cuadros de mando y protección dispondrán de borne de puesta a tierra, que permitirá la conexión de los conductores de protección a la toma de puesta a tierra de la edificación.

El sistema de conexión de neutro y masas elegido es el TN-S, debido a la imposibilidad de instalar tomas de tierra separadas. Para unificar las diferentes tierras como son:

- Red de puesta a tierra de protección de A.T.
- Red de puesta a tierra de servicio (neutro del transformador) de A.T.
- Red de puesta a tierra de servicio (neutro del transformador y GE) de B.T.
- Red de puesta a tierra de la estructura del edificio
- Red de puesta a tierra de protección de B.T.

La unificación de estas tierras se hará entre la caja de seccionamiento de los electrodos de neutro y la caja de seccionamiento de las masas. La protección contra contactos indirectos está asegurada por medio de diferenciales de alta sensibilidad (30mA) que permiten un valor de resistencia a tierra desde el punto de contacto de un máximo de 800 Ohmios en locales o emplazamientos de ambiente húmedo y de 1.600 Ohmios en los demás casos, con el fin de que las tensiones de contacto no superen los 24 V y 50 V respectivamente.

4.7 INSTALACIÓN DE PARARRAYOS

Se preverá un pararrayos para cubrir la totalidad del edificio. El pararrayos elegido será del tipo con dispositivo de cebado para un NIVEL I con mástil de 5 metros de altura y un radio de acción de 67 metros.

Su instalación responderá a las exigencias de la norma SU-8 del Código Técnico de la Edificación. Este pararrayos irá instalado en la parte más alta del edificio sobre un mástil fijado a muro con piezas de anclaje en "U".

Su puesta a tierra será independiente y se realizará mediante cable desnudo de 50mm² que enlazará la cabeza del pararrayos con los electrodos de la propia puesta a tierra, que a su vez se interconectará con la de la estructura a través de un seccionador alojado en caja aislante protectora. El sistema tendrá dos conductores de bajada que respetarán las distancias mínimas de seguridad con las masas metálicas cercanas, discurriendo estas bajadas por la fachada exterior.

En el apartado 4 del capítulo de Cálculos Justificativos se justifica la necesidad de instalar un pararrayos en el edificio, además de calcular el equipo más adecuado en función de las características del edificio.



4.8 BATERÍA DE CONDENSADORES

Para compensar el factor de potencia debido al consumo de energía reactiva por parte de la Instalación del Conjunto del edificio formado por maquinaria de aire acondicionado, bombas, ascensores y otros receptores se ha previsto la instalación de una batería de condensadores con regulación automática. Este tipo de equipamiento permite la adaptación automática de la potencia

reactiva suministrada por los condensadores, en función de la potencia reactiva solicitada en cada momento para ajustar el sistema a un factor de potencia prefijado.

Se ha previsto una batería de condensadores regulada de 600 KVA, instalado en la cabecera de la instalación y ubicado en armario metálico independiente, protegidos con fusibles y contra armónicos, se ubicará en el mismo cuarto que los cuadros generales de red y grupo, en lugar ventilado y seco. Los conductores de alimentación desde el CGBT estarán dimensionados de acuerdo con las características de la red, potencia instalada y recomendación del fabricante, su carcasa estará puesta a tierra. Tendrá resistencias de descargas que cumplan con lo exigido por la ITC-BT-48 del REBT.



CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



INDICE

1. Instalación de media tensión	41
1.1. Intensidad a plena carga	41
1.1.1. Intensidad en alta tensión	41
1.1.2. Intensidad en baja tensión	41
1.2. Intensidad de cortocircuito	42
1.2.1. Cortocircuito en alta tensión	42
1.2.2. Cortocircuito en baja tensión	43
1.3. Dimensionamiento del embarrado en alta tensión	43
1.3.1. Intensidad máxima admisible	43
1.3.2. Frecuencia propia de oscilación del embarrado	44
1.3.3. Solicitación electrodinámica	44
1.3.4. Solicitación térmica	44
1.4. Dimensionamiento de la ventilación	45
1.5. Alimentación en media tensión	45
1.6. Puentes de media tensión	46
2. Instalación de baja tensión.....	46
2.1. Justificación del método de cálculo empleado	46
2.2. Hoja de cálculo	48
2.3. Interpretación de las hojas de cálculo	53
2.4. Cálculo de líneas	54
2.5. Cálculo de barrajes en el C.G.B.T	55
3. Cálculo de puesta a tierra	57
3.1. Cálculo de electrodos de puesta a tierra	57
3.2. Red de puesta a tierra para protección en alta tensión	58
3.3. Red de puesta a tierra para servicios	60
3.4. Red de puesta a tierra de la estructura del edificio	61
3.5. Red de puesta a tierra para protección en baja tensión	61
3.6. Enlace entre redes de tierra establecidas	62
4. Pararrayos	62
4.1. Procedimiento de verificación	62
4.2. Tipo de instalación exigido	65



4.3. Cálculo de pararrayos	66
4.3.1. Cálculo de la frecuencia esperada de impactos	66
4.3.2. Cálculo del riesgo admisible	66
4.3.3. Conclusión	67
4.3.4. Tipo de instalación	67
4.3.5. Pararrayos recomendado	67
5. Cálculos Lumínicos	68
5.1. Valores de Eficiencia Energética de las Instalaciones	76





1 INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

1.1.- INTENSIDADES A PLENA CARGA

Se dispone de un Centro de Transformación, con tres transformadores, dos de 800 kVA y uno de 630 kVA.

La potencia total por tanto será de 2.230 kVA, aislamiento en seco, con una tensión de cortocircuito de 6% y unas pérdidas máximas en el cobre de 9.400 w y 7.800 w respectivamente y a 120°C, siendo la tensión en baja y en vacío de 400/231 V.

La acometida de Iberdrola se realizará al Centro de Transformación a la tensión de 15 kV y con una Potencia de Cortocircuito previsible en la red de 350 MVA.

Se calculan para los tres transformadores que, en su instalación, quedarán acoplados en paralelo.

1.1.1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_1 viene determinada por la expresión:

$$I_1 = \frac{P_t}{\sqrt{3} \times U_1}$$

siendo :

- P_t = Potencia del transformador en kVA.
- U_1 = Tensión compuesta Primaria en kV.
- I_1 = Intensidad Primaria en Amperios.

que para los transformadores de 800 kVA será:

$$I_{1-800} = \frac{800}{\sqrt{3} \times 15} = 30,8 \text{ A}$$

y para el transformador de 630 kVA será:

$$I_{1-630} = \frac{630}{\sqrt{3} \times 15} = 24,25 \text{ A}$$

Esto hace un total de $2 \times I_{1-800} + 1 \times I_{1-630} = 85,85 \text{ A}$

1.1.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

Aplicando la misma expresión pero a los parámetros del secundario:

- P_t = Potencia del transformador en kVA.



- U_2 = Tensión compuesta Secundaria en kV en carga.
- I_2 = Intensidad Secundaria en Amperios.

se obtiene:

$$I_{2-800} = \frac{800}{\sqrt{3} \times 0,40} = 1.154,7A$$

De tal manera que para los tres transformadores acoplados en paralelo, tomando el trafo de 630 KVA como uno de 800KVA, en previsión de ampliaciones de potencia, el barraje de baja tensión permite obtener tres veces la intensidad de un transformador de 800 KVA

$$3x I_{2-800} = 3464.1 \text{ Amperios.}$$

1.2.- INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

1.2.1.- CORTOCIRCUITO EN ALTA TENSIÓN

Para calcular la tensión de cortocircuito necesitamos conocer la potencia de cortocircuito aguas arriba de la red , este dato nos lo proporciona la compañía eléctrica, en este caso nos ha facilitado una potencia de cortocircuito de 350 MVA.

La expresión que define la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión del transformador es la siguiente:

$$I_{cc1} = \frac{P_{cc1}}{\sqrt{3} \times U_1}$$

Siendo:

- P_{cc1} = Potencia de cortocircuito de la Red de Alta Tensión (dato facilitado por la Compañía Suministradora) en MVA.
- U_1 = Tensión compuesta Primaria en kV.
- I_{cc1} = Corriente de cortocircuito en Alta Tensión en kA.

Al resolver queda:

$$I_{cc1} = \frac{350MVA}{\sqrt{3} \times 15KV} = 13.47KA$$

La aparamenta prevista es de 16 kA, valor superior a los 13,47 kA obtenidos.



1.2.2.- CORTOCIRCUITO EN BAJA TENSIÓN

La expresión que define la intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión del transformador es la siguiente:

$$I_{cc2} = \frac{100 \times P_t}{\sqrt{3} \times V_{cc} \times U_2}$$

siendo en ella:

- I_{cc2} = Corriente de cortocircuito en Baja Tensión dada en kA.
- P_t = Potencia del transformador en kVA.
- V_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador dada en %.
- U_2 = Tensión compuesta Secundaria en Voltios a plena carga.

Resolviendo queda ;

$$I_{cc2-800} = \frac{100 \times 800}{\sqrt{3} \times 6 \times 400} = 19,24 \text{ kA}$$

Como se ha considerado los tres transformadores de 800 kVA en previsión de futuras ampliaciones de potencia. En este caso la corriente de cortocircuito en bornas de B.T. del transformador será:

$$I_{cc2-800} = 19,24 \times 3 = 57,72 \text{ KA}$$

Si se consideran las líneas de B.T. de enlace con el barraje y la línea de A.T., su valor será inferior, encontrándose su valor en cálculos justificativos de B.T.

1.3.- DIMENSIONAMIENTO DEL EMBARRADO EN ALTA TENSIÓN

1.3.1.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

En el punto 1.1.1.1 se ha obtenido el valor de 85,85 A de corriente que circulará por el embarrado de las celdas. Esto implica que el embarrado de las celdas a instalar deberá estar dimensionado para esa corriente como mínimo. Los principales fabricantes de celdas tienen



normalizados los valores de 400 y 630 A, de intensidad nominal. En este caso serían válidas las celdas de intensidad nominal de 400 A.

1.3.2.- FRECUENCIA PROPIA DE OSCILACIÓN DEL EMBARRADO

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean, se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje, que en función de la barra escogida (en este caso tubo de diámetro exterior 2,4 cm), dé un cociente entre ambas frecuencias que debe diferir sensiblemente de 1, 2 y 3.

La expresión por la que se rige esta frecuencia de oscilación es:

$$f = 50 \times 10^4 \frac{b}{L^2}$$

en donde es:

- b = Longitud en cm de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo (en este caso 2,4 cm).
- L = Longitud en cm medida entre apoyos del barraje (en este caso 37,5 cm).

Dividiendo los dos miembros de la expresión anterior por 50 (frecuencia de la corriente eléctrica), se tiene:

$$\frac{f}{50} = \frac{50 \times 10^4 b}{50 \times L^2} = 10^4 \frac{2,4}{37,5^2} = 17$$

Se observa que este valor está muy alejado de 3.

1.3.3.- SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

Según datos del fabricante, el límite electrodinámico del embarrado es de 40 kA cresta, equivalente a 28,28 kA eficaces. Puesto que la intensidad de cortocircuito determinada en el punto 1.1.2.1. es de 13,47 kA significa que el embarrado va a soportar las exigencias de un eventual cortocircuito.

1.3.4.- SOLICITACIÓN TÉRMICA

La sobreintensidad máxima admisible en los conductores del embarrado durante un tiempo de un segundo es de 16 kA.

Puesto que la intensidad de cortocircuito es de 13,47 kA, bastará con escoger para el disparo de los relés frente a cortocircuitos un tiempo inferior a un segundo, quedando demostrado que el embarrado será capaz de resistir los efectos térmicos de un cortocircuito.



1.4.- DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN

Al no ser posible la ventilación natural, se ha adoptado un sistema de ventilación forzada cuyo caudal necesario para mantener un salto de temperatura de 12° C entre el aire de entrada y el aire de salida, viene dado por la expresión:

$$C = 258,62 \times (W_c + W_f) \times n$$

siendo:

- W_c = Pérdidas en el cobre de un transformador en kW.
- W_f = Pérdidas en el hierro de un transformador en kW.
- n = Número de transformadores iguales.
- C = Caudal de aire necesario en m^3 / h .

Tomaremos los tres transformadores iguales y de 800 kVA previendo un futuro aumento de potencia. Para los tres transformadores de 800 kVA es:

- $W_c = 9,7$ kW.
- $W_f = 2,65$ kW.

por tanto:

$$C = 258,62 \times (9,7 + 2,65) \times 3 = 9.582 \text{ m}^3 / h.$$

1.5.- ALIMENTACIÓN EN MT

Se ha previsto una alimentación en MT desde las celdas del bucle de compañía hasta el centro de transformación de abonado. Esta línea alimentará una potencia de 2.230 kVA. Dicha línea está prevista en cables unipolares de 150 mm² en aluminio, aislamiento seco y campo radial 12/20 kV.

Teniendo en cuenta que el cable utilizado, canalizado bajo tubo enterrado a 70 cm de profundidad en la mayor parte de su recorrido, transportará 2.230 kVA que equivalen a 85,83 A calculados anteriormente y que siendo su sección de 150 mm², la densidad de corriente será de:

$\delta = \frac{85,83}{150} = 0,5722 \text{ A/mm}^2$ que es claramente inferior a la máxima admisible para este tipo de cable.

La sobreintensidad máxima admisible por un cable durante un tiempo "t" se determina, según CEI 298, para el aluminio por la expresión: $I_{cc} = \frac{103 \times S}{\sqrt{t}}$

siendo:

- I_{cc} = Intensidad de cortocircuito. En este caso 13,47 kA.



- S = Sección real del conductor de aluminio en mm^2 .
- t = Tiempo máximo que puede resistir el conductor la I_{cc} en segundos.

$$t = \left(\frac{103 \times S}{I_{cc}} \right)^2 = \left(\frac{103 \times 150}{13.470} \right)^2 = 1,316s$$

Por lo tanto, el tiempo escogido para el disparo de los relés debe ser inferior a estos 1,316 segundos que soporta la intensidad de cortocircuito el cable en estudio.

1.6.- PUENTES DE MT

Se han previsto unos puentes de MT desde cada una de las celdas de protección de los transformadores hasta su correspondiente transformador en cables unipolares de 95 mm^2 en aluminio, aislamiento seco y campo radial 15/25 kV.

Teniendo en cuenta que el cable utilizado para estos puentes y para cada transformador transportará 800 kVA en el caso más desfavorable, que equivalen a 30,8 A y que siendo su sección de 95 mm^2 , la densidad de corriente será de: $\delta = \frac{30,8}{95} = 0,324 \text{ A/mm}^2$ que es claramente inferior a la máxima admisible para este tipo de cable.

El tiempo máximo que estos cables soportarán una sobreintensidad debida a un cortocircuito será:

$$t = \left(\frac{103 \times S}{I_{cc}} \right)^2 = \left(\frac{103 \times 95}{13.470} \right)^2 = 0,528s$$

Por lo tanto, el tiempo escogido para el disparo de los relés debe ser inferior a estos 0,528 segundos que soporta la intensidad de cortocircuito el cable en estudio.

2. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

2.1.- JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO EMPLEADO

El método de cálculo utilizado corresponde a una acometida para el abonado en Alta Tensión, corriente alterna 50 Hz, con una potencia de cortocircuito previsible de 350 MVA a la tensión de 15 kV.

En estas condiciones de suministro, el nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su ITC-BT-19, establece que las caídas de tensión máxima admisibles a plena carga deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas a partir las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios, han sido calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz.



Las fórmulas aplicadas para la acometida en Alta Tensión y para los transformadores de potencia han sido deducidas del diagrama del transformador reducido al secundario, por ello están en función de la tensión secundaria entre fases U_2 .

En el formulario adjunto utilizado se representa por:

Z_{f2} = Impedancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).

R_{f2} = Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).

X_{f2} = Reactancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).

P_{cc1} = Potencia de cortocircuito en la acometida de A.T., dada en MVA.

U_1 = Tensión compuesta de la acometida de A.T., dada en kV.

U_2 = Tensión compuesta del secundario (B.T.) de transformadores en vacío, dada en Voltios.

P_t = Potencia nominal del transformador, dada en kVA.

V_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador, dada en %.

W_c = Pérdidas totales en el cobre para los devanados del transformador obtenidas en el ensayo de cortocircuito, dadas en Vatios

L = Longitud del circuito, dada en metros.

N = Número de conductores por fase que constituyen el circuito.

S = Sección del conductor utilizado para el circuito, dado en milímetros cuadrados (mm^2).

r_e = Resistencia específica del conductor a la temperatura de $60^\circ C$, dada en ohmios/ kilómetro (Ω/km).

x_e = Reactancia específica del conductor, dada en ohmios/kilómetro (Ω/km).

e_{R2} = Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.

e_{X2} = Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.

e_{Z2} = Caída de tensión por fase en la impedancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.

$\cos\phi$ = Factor de potencia de la carga.

$e_2\%$ = Caída de tensión por fase en %.

V_2 = Tensión simple de fase en secundario (B.T.) de transformadores en vacío, dada en Voltios.

V_c = Tensión simple de fase en bornas de la carga, dada en Voltios.



V_{co} = Tensión simple de fase en las bornas de B.T. de transformadores a plena carga, dada en Voltios, y que se toma como origen para el cálculo de las caídas de tensión.

I_{cc2} = Intensidad de cortocircuito trifásico máximo (valor eficaz), dado en kiloamperios (kA).

I = Intensidad máxima admisible por el circuito utilizado, calculada según R.E.B.T., dada en Amperios.

I_2 = Intensidad aparente por fase obtenida para la potencia instalada, dada en Amperios.

I_{c2} = Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad, dada en Amperios.

t = Tiempo máximo que puede mantenerse el circuito utilizado en servicio, sometido a la I_{cc2} calculada para él en el punto del cortocircuito. Su valor viene dado en segundos.

2.2.- HOJA DE CÁLCULO

Mediante la aplicación de las fórmulas a los circuitos y elementos de la instalación diseñada (reflejada en esquemas del proyecto), se obtienen los diferentes valores que en las columnas de las Hojas de Cálculo siguientes se indican.

FORMULARIO UTILIZADO		
1) LINEA ACOMETIDA ALTA TENSION	2) TRANSFORMADOR POTENCIA (Pt)	3) LINEA DE BAJA TENSION CABLE
$Z_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3}$ $R_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \cos \Psi$ $X_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \sin \Psi$ <p>Valores</p> <p>$\cos \Psi = 0.15$</p> <p>$\sin \Psi = 0.99$</p> <p>U_2 = Tensión compuesta secundario en vacío.</p>	$Z_{f2} = \frac{V_{cc}}{100} \times \frac{U_2^2}{P_t}$ $R_{f2} = \frac{W_c \times U_2^2}{P_t^2} \times 10^{-3}$ $X_{f2} = \sqrt{Z_{f2}^2 - R_{f2}^2}$ <p>P_t = Potencia del transformador.</p> <p>W_c = Perdidas totales en el cobre del transformador.</p> <p>V_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador.</p>	$R_{f2} = r_e \times \frac{L}{N}$ $X_{f2} = X_e \times \frac{L}{N}$ $Z_{f2} = \sqrt{X_{f2}^2 + R_{f2}^2}$ $I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times Z_{f2}}$ <p>$X_e = 0.08$ para cables TETRAPOLARES</p> <p>$X_e = 0.1$ para cables unipolares agrupados con neutro al centro</p> <p>$X_e = 0.15$ para cables unipolares peor agrupados</p>
CAIDAS DE TENS. A PLENA CARGA	INTENSIDADES DE C.C. Y TIEMPOS MAX. DE APERT. DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO DE PROTECCION	CÁLCULO DE LINEAS TENIENDO PRESENTE:
$\sum e_{R2} = \sum I_{c2} R_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{X2} = \sum I_{c2} X_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{Z2} = \sqrt{(\sum e_{R2})^2 + (\sum e_{X2})^2}$ $V_c = V_2 - (\sum e_{R2} \cos \varphi + \sum e_{X2} \sin \varphi)$ $e_2 \% = 100 \left(1 - \frac{V_c}{V_{co}}\right)$ <p>V_c = Tensión simple en la carga</p> <p>V_2 = Tensión simple en vacío</p> $V_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3}}$ <p>V_{co} = Tensión simple en las bornas de B.T de transformadores</p>	<p>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO:</p> $I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times \sum Z_{f2}}$ <p>.....</p> <p>MAXIMA SOLICITUD TERMICA ADMISIBLE POR EL CABLE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cable en aluminio = $13.456 \times S^2$ - Cable en cobre = $30.976 \times S^2$ <p>.....</p> <p>TIEMPO MAXIMO DE CORTE DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO POR ACCION DE LA I_{cc2}:</p> $t = \frac{176^2 \times S^2}{I_{cc2}^2} \times 10^{-6}$ <p>Para Cu</p> $t = \frac{116^2 \times S^2}{I_{cc2}^2} \times 10^{-6}$ <p>Para Al</p>	<ul style="list-style-type: none"> Intensidades del cortocircuito. Solicitud térmica admisible por el cable. Intensidades admisibles de los cables. Caídas de tensión a plena carga. <p>PROYECTO:</p> <p>Castellana, 33.</p>



Rehabilitación eléctrica de un edificio
destinado a uso administrativo

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

SALIDA de la Línea	LLEGADA de la Línea	BARRA	POTENCIA (VA)	I (A)	Long. (m)	Mat.	I Max Adm. Línea	Protec	DU% Acum.	Composición de la Línea (mm ²)	Icc (kA)	T.max. (s)	S (mm ²) Tierra
1 TRAF0	C.G.B.T.	R	800.000	1.155	35	CU	1.656	1.600	0,72	3x(3x(1x240))+2x((1x185))+TT			
C.G.B.T.									0,72		46,42		
C.G.B.T.	CS-PB	R	50.000	72	62	CU	116	100	2,80	4x25+TT	4,29	1,05	16
C.G.B.T.	CS-P1	R	45.000	65	70	CU	91	80	4,02	4x16+TT	2,48	1,29	16
C.G.B.T.	CS-P2	R	51.200	74	74	CU	116	100	3,26	4x25+TT	3,62	1,48	16
C.G.B.T.	CS-P3	R	52.000	75	78	CU	116	100	3,44	4x25+TT	3,44	1,64	16
C.G.B.T.	CS-P4	R	52.000	75	82	CU	116	100	3,58	4x25+TT	3,27	1,81	16
C.G.B.T.	CS-P5	R	52.000	75	86	CU	116	100	3,72	4x25+TT	3,12	1,98	16
C.G.B.T.	CS-P6	R	52.000	75	90	CU	116	100	3,86	4x25+TT	2,99	2,17	16
C.G.B.T.	CS-P7	R	52.000	75	94	CU	144	125	3,06	4x35+TT	3,94	2,44	16
C.G.B.T.	CS-P8	R	52.000	75	98	CU	144	125	3,16	4x35+TT	3,79	2,64	16
C.G.B.T.	CS-P9	R	52.000	75	102	CU	144	125	3,26	4x35+TT	3,64	2,86	16
C.G.B.T.	CS-P10	R	52.000	75	106	CU	144	125	3,36	4x35+TT	3,51	3,08	16
C.G.B.T.	CS-P11	R	52.000	75	110	CU	144	125	3,46	4x35+TT	3,39	3,30	16
C.G.B.T.	CS-P12	R	52.000	75	114	CU	144	125	3,56	4x35+TT	3,27	3,54	16
C.G.B.T.	CS-P13	R	52.000	75	118	CU	144	125	3,66	4x35+TT	3,17	3,79	16
C.G.B.T.	CS-P14	R	52.000	75	122	CU	144	125	3,76	4x35+TT	3,07	4,04	16
C.G.B.T.	CS-P15	R	44.000	64	126	CU	144	125	3,38	4x35+TT	2,97	4,30	16
C.G.B.T.	CS-P16	R	44.000	64	130	CU	144	125	3,46	4x35+TT	2,88	4,57	16
C.G.B.T.	CS-P17	R	20.000	29	134	CU	91	63	3,53	4x16+TT	1,31	4,63	16
C.G.B.T.	CS-AL.EXT.	R	100.000	144	138	CU	296	250	3,43	3x(1x95)))+(1x95))+TT	6,06	7,62	50
C.G.B.T.	CS-CUBIERTA	R	25.000	36	150	CU	116	100	3,51	4x25+TT	1,81	5,89	16
C.G.B.T.	TE-ENF.1	R	190.000	274	50	CU	348	400	1,87	3x(1x120)))+(1x120))+TT	15,70	1,81	70
C.G.B.T.	TE-ENF.2	R	190.000	274	50	CU	348	400	1,87	3x(1x120)))+(1x120))+TT	15,70	1,81	70
C.G.B.T.	BAT.COND.	R	600.000	866	25	CU	1.392	1.250	1,15	3x(3x(1x185))+3x((1x185))+TT	37,13	6,92	185
C.G.B.T.	CS-ZCPB	G	10.000	14	62	CU	49	40	2,65	4x6+TT	1,07	0,98	6
C.G.B.T.	CS-ZCP1	G	10.000	14	70	CU	49	40	2,89	4x6+TT	0,94	1,25	6
C.G.B.T.	CS-ZCP2	G	10.000	14	74	CU	49	40	3,02	4x6+TT	0,89	1,40	6
C.G.B.T.	CS-ZCP3	G	10.000	14	78	CU	49	40	3,14	4x6+TT	0,85	1,55	6



Rehabilitación eléctrica de un edificio
destinado a uso administrativo

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

C.G.B.T.	CS-ZCP4	G	10.000	14	82	CU	49	40	3,27	4x6+TT	0,81	1,71	6
C.G.B.T.	CS-ZCP5	G	10.000	14	86	CU	49	40	3,39	4x6+TT	0,77	1,88	6
C.G.B.T.	CS-ZCP6	G	10.000	14	90	CU	49	40	3,51	4x6+TT	0,74	2,06	6
C.G.B.T.	CS-ZCP7	G	10.000	14	94	CU	68	63	2,47	4x10+TT	1,17	2,27	10
C.G.B.T.	CS-ZCP8	G	10.000	14	98	CU	68	63	2,55	4x10+TT	1,12	2,46	10
C.G.B.T.	CS-ZCP9	G	10.000	14	102	CU	68	63	2,62	4x10+TT	1,08	2,66	10
C.G.B.T.	CS-ZCP10	G	10.000	14	106	CU	68	63	2,70	4x10+TT	1,04	2,88	10
C.G.B.T.	CS-ZCP11	G	10.000	14	110	CU	91	63	2,00	4x16+TT	1,59	3,13	16
C.G.B.T.	CS-ZCP12	G	10.000	14	114	CU	91	63	2,05	4x16+TT	1,54	3,36	16
C.G.B.T.	CS-ZCP13	G	10.000	14	118	CU	91	63	2,10	4x16+TT	1,48	3,60	16
C.G.B.T.	CS-ZCP14	G	10.000	14	122	CU	91	63	2,14	4x16+TT	1,44	3,85	16
C.G.B.T.	CS-ZCP15	G	10.000	14	126	CU	91	63	2,19	4x16+TT	1,39	4,10	16
C.G.B.T.	CS-ZCP16	G	10.000	14	130	CU	91	63	2,23	4x16+TT	1,35	4,36	16
C.G.B.T.	CS-ZCP17	G	10.000	14	134	CU	91	63	2,28	4x16+TT	1,31	4,63	16
C.G.B.T.	CS-SOT.3	G	24.000	35	15	CU	68	63	0,98	4x10+TT	6,98	0,1	10
C.G.B.T.	CS-SOT.2	G	28.000	40	11	CU	68	63	0,95	4x10+TT	9,28	0,12	10
C.G.B.T.	CS-SOT.1	G	25.000	36	7	CU	68	63	0,85	4x10+TT	13,77	0,2	10
C.G.B.T.	TE-GPI.1	G	60.000	87	65	CU	175	160	1,85	4x50+TT	7,67	1,32	35
C.G.B.T.	TE-GPI.2	G	60.000	87	65	CU	175	160	1,85	4x50+TT	7,67	1,32	35
C.G.B.T.	CS-RITI	G	15.000	22	7	CU	49	40	0,98	4x6+TT	8,83	0,12	6
C.G.B.T.	CS-RITS	G	15.000	22	138	CU	91	63	2,60	4x16+TT	1,27	4,91	16
C.G.B.T.	CS-CALDERAS	G	24.000	35	180	CU	116	63	3,22	4x25+TT	1,51	8,44	16
C.G.B.T.	CS-TORRES	G	60.000	87	180	CU	224	200	2,96	3x(1x70))+(1x70)+TT	3,97	9,62	50
C.G.B.T.	CS-UTAS	G	44.000	64	180	CU	144	125	4,00	4x35+TT	2,10	8,63	16
C.G.B.T.	CS-FONT.	G	45.000	65	180	CU	175	125	3,07	4x35+TT	2,93	8,99	16
C.G.B.T.	TE-ENF.3	G	190.000	274	50	CU	348	400	1,87	3x(1x120))+(1x120)+TT	15,70	1,81	70
C.G.B.T.	CS-GOND.	G	7.000	10	180	CU	49	40	3,46	4x6+TT	0,37	8,21	6
C.G.B.T.	CS-ASC	G	75.000	108	150	CU	224	200	3,05	3x(1x70))+(1x70)+TT	4,72	6,81	50
C.G.B.T.	CS-AUDIT.	G	45.000	65	150	CU	175	100	2,68	4x50+TT	3,50	6,32	35
C.G.B.T.	CS-CONS.	R	25.000	36	62	CU	68	63	2,97	4x10+TT	1,77	0,99	10
C.G.B.T.	CS-MONT.	G	20000	29	68	CU	68	63	3,44	4x10+TT	0,73	5,74	16



2.3.- INTERPRETACIÓN DE LAS HOJAS DE CÁLCULO

Como complemento a la representación y definición de magnitudes utilizadas en el formulario que se ha indicado en el apartado 1.2.2, en este se hace mención a las siguientes columnas de las Hojas de Cálculo anteriores.

- Columna “**SALIDA de la Línea**”.- Indica el punto de partida de la línea calculada.
- Columna “**LLEGADA de la Línea**”.- Indica el punto de llegada de la línea calculada.
- Columna “**BARRA**”.- Indica el tipo de alimentación de la línea en estudio en el cuadro del que parte.
- Columna “**POTENCIA (VA)**”.- Indica la potencia en voltioamperios que va a transportar la línea.
- Columna “**I (A)**”.- Indica la corriente correspondiente a la potencia a transportar, indicada en la columna anterior.
- Columna “**Long. (m)**”.- Indica la longitud estimada para la línea en estudio.
- Columna “**Mat.**”.- Indica si la línea es de cobre o aluminio.
- Columna “**I Max Adm. Línea**”.- Indica la corriente máxima que admite la línea considerando la sección comercial inmediatamente superior a la de cálculo.
- Columna “**Protec**”.- Indica el calibre de la protección a colocar en cabecera de línea. Dicho calibre deberá ser, o directamente o por regulación, inferior al de la intensidad máxima admisible por la línea.
- Columna “**DU% Acum.**”.- Indica los valores de la caída de tensión debida a la impedancia del circuito desde el origen de la instalación, hasta el extremo más alejado del tramo de la línea considerada.
- Columna “**Composición de la Línea (mm²)**”.- Indica la composición total de la línea en estudio.
- Columna “**Icc (kA)**”.- Indica la intensidad de cortocircuito trifásico máximo en el circuito, ocurrido en el punto extremo más alejado de la línea considerada.
- Columna “**T.max. (s)**”.- Indica el tiempo máximo que la línea en estudio y de composición determinada soporta que la circule la intensidad de cortocircuito y, por lo tanto, el tiempo máximo menor del cual tiene que actuar su protección.
- Columna “**S (mm²) Tierra**”.- Indica la sección del conductor de tierra. Para secciones grandes se determina en base a la sollicitación térmica.



2.4.- CÁLCULO DE LÍNEAS

Las líneas eléctricas diseñadas para este proyecto han sido elegidas bajo las siguientes condiciones:

1. Deben soportar sin sobrecalentamientos la intensidad calculada para la potencia instalada a transportar por ellos.
2. Las caídas de tensión calculadas para la intensidad de plena carga, no deben superar en este caso de Acometida en Alta Tensión con Centro de Transformación propio, el 4,5% en el uso de Alumbrado, y el 6,5% en los usos de Fuerza, partiendo de la tensión en bornas de baja de transformadores en vacío.

Además, en combinación con la aparamenta elegida para sus protecciones magnetotérmicas, quedará garantizado que:

- Regulados los relés del interruptor automático que las protege a la intensidad máxima admisible por el conductor de las mismas, existirá selectividad en el disparo frente a cortocircuitos entre los diferentes escalones de protección.
- En caso de cortocircuito en el extremo más alejado de la línea, no se superará en ninguna de ellas su máxima sollicitación térmica admisible; para lo cual el tiempo de corte del relé magnético del interruptor automático que la protege, debe ser inferior al reflejado en la Columna T.max. (s) de la Hoja de Cálculo.

En la citada Hoja de Cálculo se han incluido todas las líneas del proyecto hasta las alimentaciones de Cuadros Secundarios, así como hasta las Tomas Eléctricas destinadas a fuerza motriz de máquinas ó cuadros particulares aportados por otros industriales.

En el caso de las instalaciones eléctricas para alumbrado y fuerza usos varios, que han sido diseñadas compartiendo líneas hasta los Cuadros Secundarios, la base de cálculo se ha tomado como si sólo se tratara de instalación destinada a usos de alumbrado, habiéndose realizado sus distribuciones a puntos de luz y tomas de corriente bajo las condiciones generales siguientes:

1. Intensidades admisibles y protección térmica de los conductores utilizados en las distribuciones.

En aplicación de la ITC-BT-19 apartado 2.2.3 y norma UNE 20460-5-523 para conductores unipolares aislados en policloruro de vinilo, con no más de 3 circuitos por un mismo tubo empotrado o al aire y una temperatura ambiente igual o inferior a 30° C, se obtiene el coeficiente $0,7 \times 1,15 = 0,8$ que aplicado a la columna de dos conductores unipolares bajo tubo o conducto de la tabla 1, permite las intensidades y protecciones mediante interruptor automático magnetotérmico que aparecen en los diagramas unifilares adjuntos al proyecto.



2. Caídas de tensión máximas en las líneas de distribución.

Todas están dimensionadas para que la caída máxima en ellas no supere el 1,5% de la tensión nominal (no de vacío del transformador) de 3x400/230 V en este caso. Para lo cual, se ha tomado como conductividad del cobre 56 y se ha aplicado las siguientes fórmulas

:

$$\text{- Circuito monofásico: } e = \frac{2 \times L \times P \times \cos \varphi}{56 \times S \times 230}$$

$$\text{- Circuito trifásico: } e = \frac{L \times P \times \cos \varphi}{56 \times S \times 3 \times 230}$$

En ellas se ha tomado como tensión de distribución 3 x 400/230 V, y siendo:

- L = longitud media de la línea en metros.
- P = potencia aparente en voltio-amperios (VA).
- S = sección del conductor de fase en milímetros cuadrados (mm²).
- e = caída de tensión máxima entre fase y neutro = 3,45 V, equivalente al 1,5% de 230 V.
- cos φ = factor de potencia de los receptores = 0,90.

2.5.- CÁLCULO DE BARRAJES EN EL CGBT

El cuadro CGBT se descompone en dos independientes, uno para servicio normal y otro para servicio complementario. Ambos alimentados por tres transformadores en paralelo (se prevé para 3x800 kVA) quedando el servicio complementario sólo alimentado por el Grupo Electrónico cuando la red está ausente. Por tanto, uno y otro barraje han de ser calculados para tres transformadores de 800 kVA en paralelo, condición bajo la cual también deben ser calculadas las líneas de salida.

a) Hipótesis de cálculo

Los barrajes de todos los cuadros, así como las secciones mínimas de los conductores, responden a las solicitudes de cada I_{cc} indicada en la hoja de cálculo para cada cuadro. Se tendrán en cuenta tanto los efectos eléctricos de calentamiento como los efectos electrodinámicos.

El material usado para las barras de cobre tendrá una carga máxima admisible de 3.000 kg/cm² y el punto de partida de la intensidad de cortocircuito en el CGBT será de 46,42 kA.



b) Justificación de la solución adoptada

La intensidad máxima admisible para las pletinas de cobre se ajustarán a las tablas de los reglamentos afectados.

El fabricante de los cuadros de la instalación, a través del instalador, deberá justificar el dimensionamiento de las barras y cableado según los datos que facilitamos en la hoja de cálculo. Para ello utilizará las siguientes fórmulas:

- **Momento flector** para una viga empotrada en sus extremos y sometida a una carga uniformemente distribuida:

$$M = \frac{F \times L}{12}$$

donde F es el esfuerzo máximo para barras paralelas ante un cortocircuito trifásico sin amortiguamiento (asimilable al monofásico para las fases de los lados)

$$F = 6 \times 2,04 \times 10^{-2} \times I_{cc}^2 \times \frac{L}{d}$$

Siendo:

- L = Distancia entre apoyos empotrados dada en cm.
- d = Distancia de separación entre ejes de las fases en cm.

- **Módulo resistente** del conjunto de las pletinas con las que se diseñe la fase.

$$W = n \times \frac{h \times b^2}{6}$$

Siendo:

- n = número de pletinas por fase.
- h = altura de la pletina.
- b = ancho de la pletina.

- Comprobándose que la **carga máxima** soportada por el barraje

$$r_{\max} = \frac{M}{W}$$

sea menor que los 3.000 kg/cm² que soporta el cobre.

- Así mismo debe garantizarse que la **frecuencia máxima de oscilación** de las barras son diferentes de 50 – 100 – 150 Hz, para asegurar la no presencia de resonancia, utilizando la fórmula:

$$f_f = f_c \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$



Por lo que el tomar una frecuencia de oscilación superior a 150 Hz, p.e. a 4 veces es igual a 200 Hz.

Esta relación $\frac{f_f}{f_c} = 4 = 10^4 \times \frac{b}{L^2}$ debe asegurar que el ancho de la

barra y la longitud libres de vibrar cumplen la condición en todos los casos.

- Por último, debe garantizarse que el calentamiento de los elementos provocado por las I_{cc} , en el cobre, determinan tiempos máximos admisibles, de acuerdo con la fórmula siguiente, y que estos tiempos sean menores que los tiempos de corte previstos para las protecciones de los interruptores automáticos en las cabeceras de cada cuadro:

$$t \leq \frac{S^2 \times K^2}{I_{cc}} \quad (\text{UNE 20460-5-54})$$

en donde:

S = Sección real del conductor de cobre en mm².

K = Coeficiente dependiente del conductor y de su aislamiento. Para el caso de barras de cobre será $K = 13 \times \sqrt{150}$.

3. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

3.1 CÁLCULO DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

El Reglamento de Alta Tensión en su instrucción MIE-RAT 13 establece las condiciones de seguridad para las personas frente a las instalaciones eléctricas de Alta Tensión. En particular, para Centros de Transformación de tercera categoría cuya intensidad de cortocircuito sea igual o inferior a 16 kA, es aceptable el diseño de las puestas a tierra partiendo de un valor estimado sobre la resistividad del terreno. Por ello, y siendo este el caso, se ha estimado una resistividad de $R_0 = 150 \text{ ohmios} \times \text{metro}$ para el terreno donde se van a instalar los electrodos.

Asimismo, los tipos de electrodos utilizados en todos los casos han sido escogidos dentro de las configuraciones establecidas por UNESA, lo que permite aplicar directamente sus parámetros característicos.

Los electrodos de puesta a tierra independiente que aquí se han establecido son los relativos a las siguientes redes:

- Red de puesta a tierra para Protección en Alta Tensión.
- Red de puesta a tierra para Servicios.
- Red de puesta a tierra de la Estructura del edificio.
- Red de puesta a tierra para Protección en Baja Tensión.



Desde los electrodos de puesta a tierra de cada una de estas redes hasta el puente de comprobación correspondiente, el cable será de 120 mm² en cobre con tensión nominal de aislamiento 0,6/1 kV.

3.2 RED DE PUESTA A TIERRA PARA PROTECCIÓN EN ALTA TENSIÓN

Para este cálculo se necesita que la Compañía Suministradora (IBERDROLA) facilite sobre la red de acometida en A.T. que va a proporcionar al abonado, los siguientes datos:

- Valor de la impedancia de puesta a tierra del neutro de su red. Este valor se ha estimado en $R_n = 20$ ohmios y $X_n = 12$ ohmios.
- Valor de la corriente de defecto que provoca el disparo de los relés de protección en la línea de acometida en Alta Tensión. Este valor se ha estimado en $I_d = 300$ A.
- Valor del tiempo de disparo de los relés para la $I_d = 300$ A ajustada. Valor que se ha estimado en $t_d = 0,7$ segundos.

El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra R_t para la Protección en A.T., vendrá dado por la expresión:

$$R_t = \sqrt{\frac{U_1^2}{3 \times I_d^2} - X_n^2} - R_n$$

Sustituyendo valores obtenemos;

$$R_t = \sqrt{\frac{U_1^2}{3 \times I_d^2} - X_n^2} - R_n = \sqrt{\frac{15.000^2}{3 \times 300^2} - 12^2} - 20 = 6,25 \Omega$$

Para asegurar el disparo de las protecciones de la Compañía Suministradora realizaremos una puesta a tierra de $R_t = 5 \Omega$, con lo que la corriente de defecto será de:

$$I_d = \frac{U_1}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$



$$I_d = \frac{15.000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(20+5)^2 + 12^2}} = 312,3 \text{ A} > 300 \text{ A.}$$

Por tanto los valores prestos para los cálculos serán:

- *Corriente de defecto a tierra en A.T.:* $I_d = 312,3$ Amperios.
- *Tiempo de disparo de las protecciones:* $t_d = 0,7$ segundos.
- *Resistencia de puesta a tierra en A.T.:* $R_t = 10$ ohmios. Puesto que contamos con dos puestas a tierra paralelas en AT, la del centro de seccionamiento y la del centro de transformación.
- *Resistividad del terreno:* $R_0 = 150$ ohmios×metro.

Para obtener una $R_t = 10$ ohmios mediante electrodos tipo de UNESA, el K_r del mismo ha de ser:

$$K_r = \frac{R_t}{R_0} = \frac{10}{150} = 0,0666$$

cuyo valor más cercano corresponde a una configuración con código 50-50/5/44, formado por cuatro picas de 4 metros y Ø14mm dispuestas en cuadrado de 5 metros de lado y enlazadas mediante un cable desnudo de cobre de 50 mm², estando todo el conjunto enterrado a 50 cm de profundidad, que tiene un $K_p = 0,0143$ y un $K_c = 0,0288$.

Obteniéndose los siguientes valores:

- *Resistencia de puesta a tierra:*

$$R_t = K_r \times R_0 = 0,067 \times 150 = 10,05 \text{ ohmios}$$

- *Nueva I_d para $R_t = 10,05$ ohmios:*

$$I_d = \frac{15.000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(20+10,05)^2 + 12^2}} = 267,64 \text{ A}$$

- *Tensión de Paso máxima:*

$$V_{pmax} = K_p \times R_0 \times I_d = 0,0143 \times 150 \times 267,64 = 574,1 \text{ V.}$$

- *Tensión de Contacto exterior máxima:* Al estar el electrodo lejos del recinto del Centro de Transformación y no haberse conectado a la Red de Protección en A.T. todos los elementos metálicos accesibles desde el exterior, su valor se considera nulo.

- *Tensión de Contacto interior máxima:* Al haberse previsto una malla equipotencial en el suelo del recinto, que se encuentra enlazada con todas las partes metálicas



accesibles y con el electrodo de puesta a tierra de la Red de Protección en A.T., su valor se considera nulo.

El valor de $V_{pmax} = 574,1$ V debe ser inferior al calculado mediante la siguiente expresión, donde para $t_d < 0,9$ segundos ($t_d = 0,7$ s) es $K = 72$ y $n = 1$ (MIE-RAT 13):

- *Tensión de paso máxima admisible:*

$$V_p = \frac{10K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6R_0}{1000}\right) = \frac{720}{0,7} \left(1 + \frac{6 \times 150}{1000}\right) = 1.954V$$

La distancia que este electrodo debe mantener para no transferir al resto de puestas a tierra una tensión superior a 1.000 V, debe ser:

$$D = \frac{R_0 \times I_d}{2 \times \pi \times 1.000} = \frac{150 \times 315,73}{6.283,19} = 5,51m$$

No obstante, en cabecera de la instalación de A.T. perteneciente al Abonado se va a instalar (por prescripción de la compañía suministradora) relé homopolar en el interruptor automático del abonado, incrementando las seguridades sobre las calculadas.

Además de lo expuesto, esta puesta a tierra para protección en alta tensión del centro de transformación de abonado se verá acompañada eléctricamente de la de protección en alta tensión del centro de seccionamiento. Esto implica prácticamente que colocamos dos puestas a tierra muy próximas en paralelo y de valor semejante, reduciendo a la mitad la puesta a tierra resultante. Esto significa que se están mejorando sensiblemente los valores del cálculo realizado.

3.3 RED DE PUESTA A TIERRA PARA SERVICIOS (NEUTROS DE TRANSFORMADORES)

Como la instalación de Baja Tensión se ha de dejar preparada para poder implantar un esquema para la instalación TN-S, la resistencia máxima en la barra de neutros del CGBT, donde los tres transformadores ponen en paralelo sus neutros, tiene que ser $R_n \leq 2$ ohmios (ITC-BT-08 apartado 2.e).

Para obtener este valor mediante tres electrodos en paralelo, se necesitará disponer por electrodo una resistencia $R_1 = 3R_n = 3 \times 2 = 6$ ohmios.

El electrodo UNESA necesario debe tener un K_r igual o inferior a:

$$K_r = \frac{R_1}{R_0} = \frac{6}{150} = 0,04$$

habiéndose escogido un electrodo en hilera de código 5/64, formado por seis picas de 4 metros separadas entre sí 6 metros y enlazadas mediante un cable desnudo de cobre de 50 mm², estando todo el conjunto enterrado a 50 cm de profundidad, que tiene un $K_r = 0,0399$.



Por tanto, la puesta a tierra del neutro de cada transformador dispondrá de una R_t :

$$R_t = K_r \times R_0 = 0,0399 \times 150 = 5,99\Omega$$

y el conjunto de los tres neutros en paralelo:

$$R_n = \frac{5,99}{3} = 1,99\Omega$$

La separación entre electrodos será de 6 metros, que es la misma distancia que entre picas tiene cada electrodo.

Los conductores de unión entre la primera pica, el borne principal de tierra y los bornes de neutro de los transformadores serán con aislamiento de 0,6/1 kV.

3.4- RED DE PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO

Esta red se ha previsto mediante cable desnudo de cobre de 35 mm^2 enterrado por debajo de la primera solera del edificio, realizándose el enlace desde él a todas las estructuras metálicas de cada pilar y cada 6 metros en muros de hormigón armado.

Las conexiones se realizarán con soldaduras aluminotérmicas, utilizando en cada caso el útil adecuado.

La longitud máxima de cable enterrado necesaria para obtener una resistencia igual a 2 ohmios se obtiene mediante la expresión:

$$R_t = \frac{2 \times R_0}{L}; L = \frac{2 \times R_0}{R_t} = \frac{2 \times 150}{2} = 150 \text{ metros}$$

Como la longitud de conductor necesaria para enlazar todos los pilares es muy superior a 150 metros, no se necesita intercalar picas en el tendido del mismo, obteniéndose con él por sí sólo un valor muy inferior a $R_t = 2$ ohmios.

Esta red quedará enlazada con la de Protección en Baja Tensión a través de un puente de comprobación en cumplimiento de la ITC-BT-26 apartado 3.

3.5- RED DE PUESTA A TIERRA PARA PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN

Como esta red ha de quedar enlazada con la puesta a tierra de la Estructura (ITC-BT-26 apartado 3), tiene garantizada una resistencia R_t igual o inferior a 2 ohmios. No obstante se ha diseñado para ella una puesta a tierra propia cuyo valor no será superior a 8 ohmios. Para ello se ha escogido un electrodo UNESA cuyo código es 5/64, estando formado por seis picas de 4 metros en hilera, separadas entre sí 6 metros y enlazadas mediante un cable desnudo de cobre de 50 mm^2 , estando todo el conjunto enterrado a 50 cm de profundidad, el cual tiene un $K_r = 0,0399$.



Por tanto la resistencia de puesta a tierra obtenida con este electrodo será:

$$R_t = K_r \times R_0 = 0,0399 \times 150 = 5,99 \Omega \approx R_A \text{ de la ITC-BT-24}$$

Este electrodo quedará unido a la barra general de protección del CGBT intercalando un puente de comprobación.

A esta barra general de protección también se unirá el cable desnudo de tierra enterrado que, mediante picas en cada arqueta del alumbrado exterior, constituye la puesta a tierra del alumbrado público, mejorándose con ello la resistencia global en la barra de protección del CGBT.

Como también esta Red tiene que quedar enlazada con la puesta a tierra de la Estructura del edificio, la resistencia global del conjunto queda garantizada con un valor inferior a 2 ohmios

3.6 ENLACE ENTRE LAS REDES DE TIERRA ESTABLECIDAS

La instalación de todos los puentes de comprobación que sirven de conexión entre los electrodos de puesta a tierra y redes así como de medida periódica de la resistencia de puesta a tierra de cada uno de los electrodos, irá centralizada en el local del Cuadro General de Baja Tensión, cada uno en una caja de 360×180×170 mm con una rigidez dieléctrica de 5 kV para cable hasta 150 mm² en cobre.

Como quiera que el Centro de Transformación forma parte integrante de la estructura del edificio al que suministra energía eléctrica en B.T. partiendo de una acometida en A.T. a 15 kV, es prácticamente imposible asegurar que la Red de Tierras de la Estructura del edificio no mantenga una conexión accidental con la Red de Tierras de Protección en A.T. proyectada independientemente. Por ello, y una vez enlazada la Red de Protección en B.T. con la de Estructura (reglamentaria según ITC-BT-26 apartado 3) sería conveniente, por no decir necesario, que la puesta a tierra de la red de Protección en A.T. se enlazara con la de Estructura, unificándose con ello todas las puesta a tierra. Para ello, según la ITC-BT-18 en su apartado 11.c), se exige que la tensión de defecto ocasional en A.T. ($V_d = I_d \times R$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada (V_{ca}) definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT-13 del Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión, cuyo valor viene dado por la expresión:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n} = \frac{72}{0,7} = 103 \text{ Voltios}$$

donde para $t = 0,70 < 0,90$ segundos, $K = 72$ y $n = 1$.

Esto exige que $V_d < 103$ y que, por tanto, $(I_d \times R) < 103$ Voltios, para lo cual R deberá tener un valor inferior a:

$$R \times I_d = R \times \frac{15.000}{\sqrt{(20+R)^2 + 12^2}} = 103 \Rightarrow R = 0,16 \Omega \text{ (resistencia global de puesta a tierra).}$$

Para obtener este valor, la puesta a tierra de la Estructura tendríamos que enterrar los siguientes metros de conductor desnudo de cobre de 35 mm²:

$$L = \frac{2 \times 150}{0,16} = 1.875 \text{ metros.}$$



Ante estos resultados podemos considerar la protección adicional que nos proporcionan los relés homopolares en A.T., que pueden limitar la intensidad de defecto a valores mas pequeños, de acuerdo con la Compañía Suministradora, que permiten resistencias globales de puesta a tierra superiores a los $0,16\Omega$ aquí calculados.

4- PARARRAYOS

4.1 PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN

Para respetar el CTE en su sección SU8 será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivos y los edificios cuya altura sea superior a 43 m, dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.

La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} \text{ (nº impactos/año)}$$

Siendo:

- **N_g** densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km²), obtenid según la figura 1.1;
- **A_e** : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², que es la delimitada por una línea trazada a una distancia “3H” de cada uno de los puntos del perímetro del edificio.
- **H** la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- **C_1** : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.

Situación del edificio	C1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0.5
Rodeado de edificios más bajos	0.75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Figura 9-Tabla1.1. Coeficiente C_1 (6)



Figura 10- Mapa de densidad de impactos sobre el terreno $N_g(7)$

El riesgo admisible, N_a , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Donde:

- C_2 coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2.
- C_3 coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3.
- C_4 coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4.
- C_5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.

TABLA 1.2 COEFICIENTE C_2			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Figura 11- Tabla 1.2 Coeficiente C_2 (8)



TABLA 1.3 COEFICIENTE DE C3	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Figura 12 Tabla 1.3 Coeficiente C3 (9)

TABLA 1.4 COEFICIENTE C4	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Figura 13 Tabla 1.4.- Coeficiente C4 (10)

TABLA 1.5 COEFICIENTE C5	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos,...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave.	5
Resto de edificios	1

Figura 14 Tabla 1.5.- Coeficiente C5 (11)

4.2.-TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO

Cuando, conforme a lo establecido en el apartado anterior, sea necesario disponer una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia E que determina la siguiente fórmula:

$$E = \frac{N_d}{N_r}$$

La tabla 2.1 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el siguiente apartado:

TABLA 2.1 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	
Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

Figura 15 Tabla 2.1. Componentes de la instalación (12)



4.3.- CÁLCULO DEL PARARRAYOS

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

4.3.1 CÁLCULO DE LA FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS N_e

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} \text{ nº impactos/año}$$

Siendo;

- Densidad de impactos sobre el terreno: $N_g = 2,50 \text{ nº impactos / año, Km}^2$
- Superficie de captura equivalente: $A_e = 1058394.5 \text{ m}^2$ ($H=180$; $L=78.3$; $P=49.88$)
- Coeficiente relacionado con el entorno: $C_1 = 0.75$
(Situación estructura: Rodeada de edificios más bajos)

Y A_e :

$$A_e = L \times P + 6 \times H (L+P) + 9 \times \pi \times H^2$$

Por lo tanto:

$$N_e = 0.198 \text{ N}^\circ \text{ de impactos/año}$$

4.3.2 CÁLCULO DEL RIESGO ADMISIBLE N_a

$$N_a = (5.5 / C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5) \times 10^{-3}$$

Siendo:

- Coeficiente en función del tipo de construcción: $C_2 = 0,5$
(Estructura metálica - Cubierta metálica)
- Coeficiente en función del contenido del edificio: $C_3 = 1$. (Otros contenidos)
- Coeficiente en función del uso del edificio: $C_4 = 3$ (Edificio con pública concurrencia)
- Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades del edificio:
- $C_5 = 1$ (Resto)

Por tanto:

$$N_a = (5.5 / 0.5 \times 1 \times 3 \times 1) \times 10^{-3} = 3.67 \times 10^{-3} = 0.00367$$



4.3.3 CONCLUSIÓN

$$Ne > Na$$

Al ser mayor el valor Ne es necesario instalar un sistema de protección contra el rayo.

4.3.4 TIPO DE INSTALACIÓN

4.3.4.1.-Eficiencia requerida

Cuando sea requerido disponer de una instalación de protección contra rayos, ésta tendrá al menos la eficiencia E determinada de la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (Na / Ne) = 1 - (0.00367 / 0.198) = 0.981$$

4.3.4.2- Nivel de protección

Elegimos la Figura 15 para elegir el nivel de protección necesario en nuestra instalación con el siguiente resultado:

En este proyecto se necesita un nivel de protección de 1.

4.3.5 PARARRAYOS RECOMENDADO

Según los cálculos obtenidos, *Ciprotec recomienda la instalación del siguiente pararrayos:*

Nimbus CPT-2 con radio de 62 m



5.CÁLCULOS LUMÍNICOS

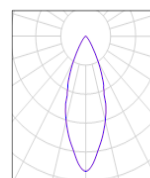
Para el cálculo de la iluminación de la instalación se ha utilizado el programa de cálculo avanzado Dialux, versión 4.11.

A continuación se muestra el informe con los principales datos de interés para el proyecto.

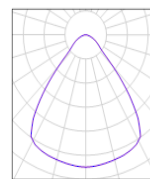
➤ Luminarias utilizadas:

cálculos lumínicos / Lista de luminarias

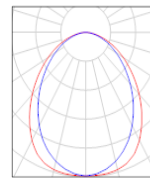
Philips BBG463 1xLED-40-2700-GU10
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 270 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 270 lm
Potencia de las luminarias: 6.8 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 93 99 100 100 102
Lámpara: 1 x LED-40-2700-GU10 (Factor de corrección 1.000).



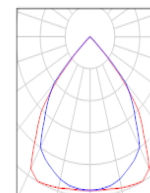
Philips BBS160 D225 1xRDL2000/830
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1576 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1576 lm
Potencia de las luminarias: 30.7 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 93 99 100 100
Lámpara: 1 x RDL2000/830/- (Factor de corrección 1.000).



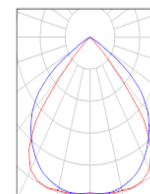
Philips FBH024 2xPL-C/2P18W FRG
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1152 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm
Potencia de las luminarias: 50.6 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 84 97 100 48
Lámpara: 2 x PL-C/2P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



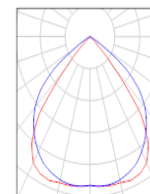
Philips TBS460 1xTL5-54W HFP C8-C
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3560 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4450 lm
Potencia de las luminarias: 60.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 100 100 100 80
Lámpara: 1 x TL5-54W/840 (Factor de corrección 1.000).



Philips TBS460 2xTL5-25W HFP D8-VH
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4753 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4900 lm
Potencia de las luminarias: 55.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 97
Lámpara: 2 x TL5-25W/840 (Factor de corrección 1.000).

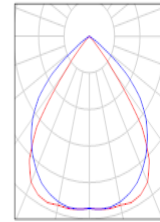


Philips TBS460 3xTL5-14W HFP D8-VH
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3450 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3750 lm
Potencia de las luminarias: 48.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 92
Lámpara: 3 x TL5-14W/840 (Factor de corrección 1.000).

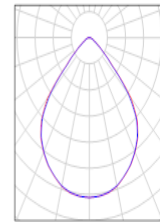




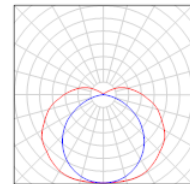
Philips TBS460 4xTL5-14W HFP D8-VH
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4650 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5000 lm
Potencia de las luminarias: 63.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 93
Lámpara: 4 x TL5-14W/840 (Factor de corrección 1.000).



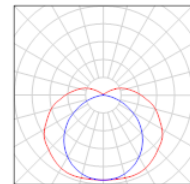
Philips TPS770 3xTL5-54W/865/827/865 HFD AC-MLO
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 7382 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 12951 lm
Potencia de las luminarias: 178.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 70 95 99 100 57
Lámpara: 3 x TL5-54W/865/827/865 (Factor de corrección 1.000).



Philips TCW060 2xTL-D18W HF
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1647 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm
Potencia de las luminarias: 38.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 88
Código CIE Flux: 37 67 87 88 61
Lámpara: 2 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



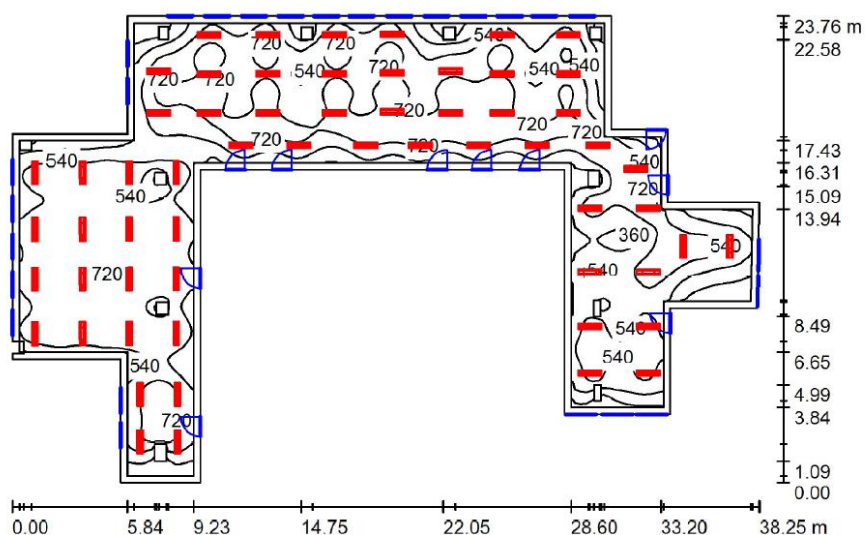
Philips TCW060 2xTL-D36W HF
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4221 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6700 lm
Potencia de las luminarias: 72.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 88
Código CIE Flux: 37 67 87 88 63
Lámpara: 2 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).





➤ Cálculos lumínicos en zonas representativas

zona diáfana planta tipo / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:306

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	585	40	901	0.068
Suelo	20	517	54	798	0.104
Techo	70	90	39	131	0.428
Paredes (19)	50	149	40	443	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.350 m

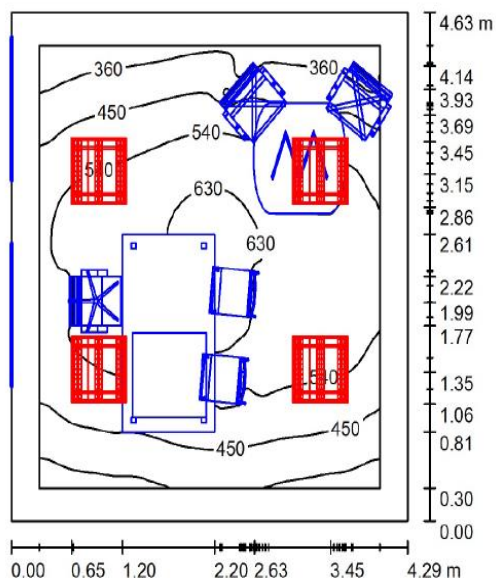
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	60	Philips TBS460 2xTL5-25W HFP D8-VH (1.000)	4753	4900	55.0
Total:			285180	294000	3300.0

Valor de eficiencia energética: $7.85 \text{ W/m}^2 = 1.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 420.20 m^2)



despacho tipo 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.854 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:60

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	501	241	661	0.480
Suelo	20	281	36	477	0.129
Techo	70	90	53	117	0.592
Paredes (4)	50	164	57	365	/

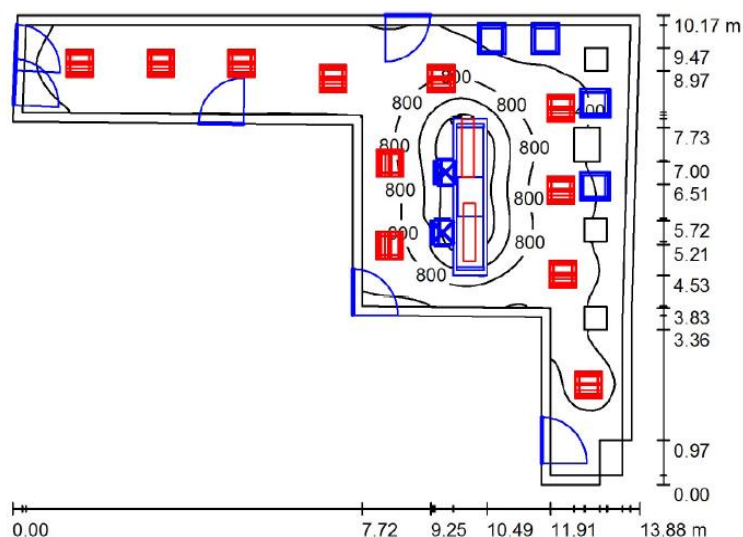
Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips TBS460 3xTL5-14W HFP D8-VH (1.000)	3450	3750	48.0
Total:			13800	15000	192.0

Valor de eficiencia energética: $9.68 \text{ W/m}^2 = 1.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.84 m^2)



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:131

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	621	44	2016	0.070
Suelo	20	446	28	1120	0.063
Techo	70	119	38	250	0.319
Paredes (12)	50	170	40	480	/

Plano útil:

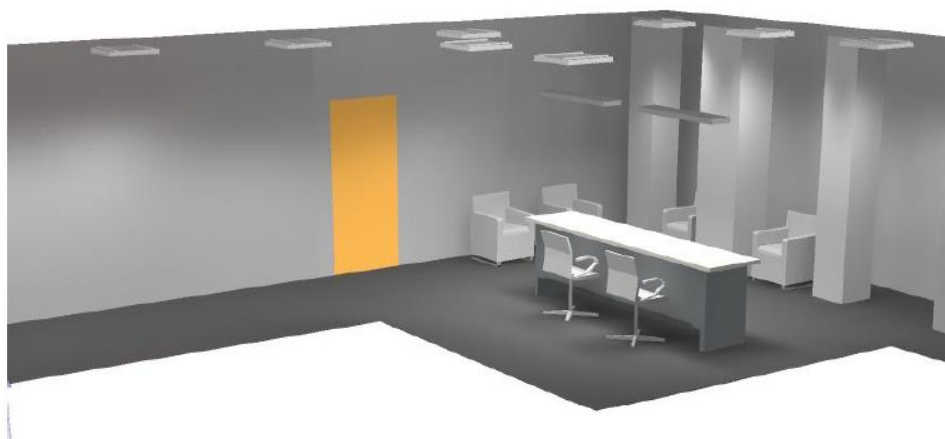
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

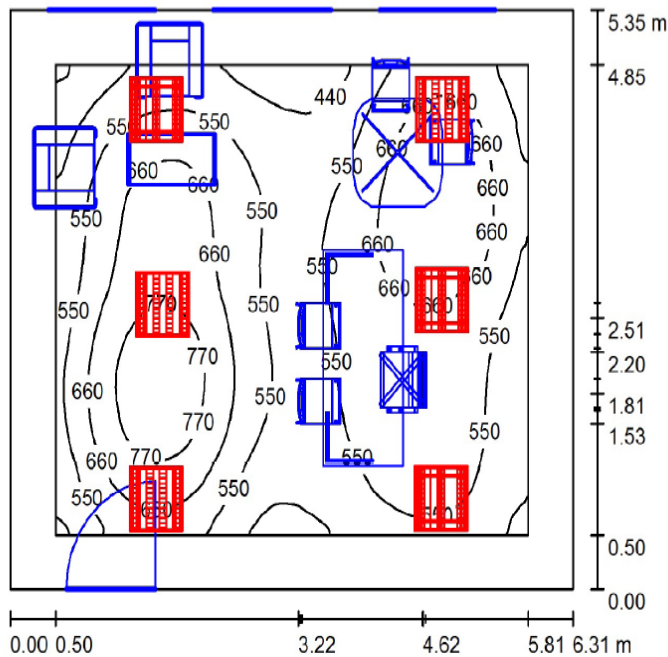
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	11	Philips TBS460 3xTL5-14W HFP D8-VH (1.000)	3450	3750	48.0
2	2	Philips TPS770 3xTL5-54W/865/827/865 HFD AC-MLO (1.000)	7382	12951	178.0
Total:			52714	67152	884.0

Valor de eficiencia energética: $13.48 \text{ W/m}^2 = 2.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 65.59 m^2)

secretaría y recepcion / Rendering (procesado) en 3D





Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.845 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:69

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	594	314	853	0.528
Suelo	20	372	33	606	0.089
Techo	70	97	57	132	0.586
Paredes (4)	50	170	50	534	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

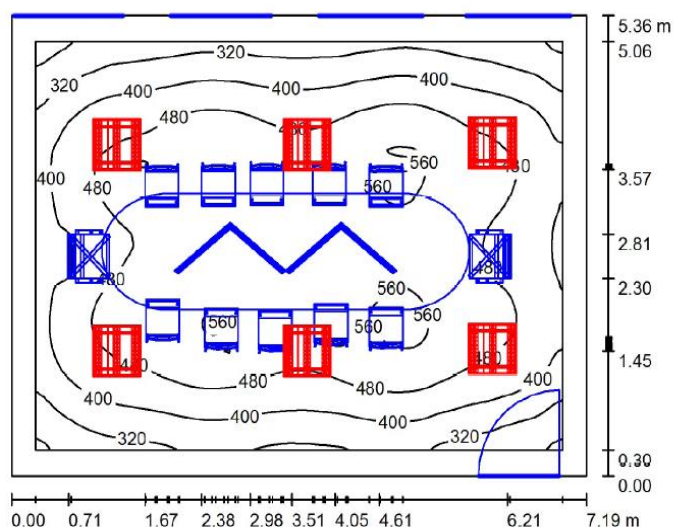
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips TBS460 3xTL5-14W HFP D8-VH (1.000)	3450	3750	48.0
2	3	Philips TBS460 4xTL5-14W HFP D8-VH (1.000)	4650	5000	63.0
Total:			24300	26250	333.0

Valor de eficiencia energética: $9.86 \text{ W/m}^2 = 1.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 33.76 m^2)



video conferencia / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.845 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:69

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	453	202	580	0.446
Suelo	20	258	17	402	0.066
Techo	70	92	49	146	0.533
Paredes (4)	50	135	50	243	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

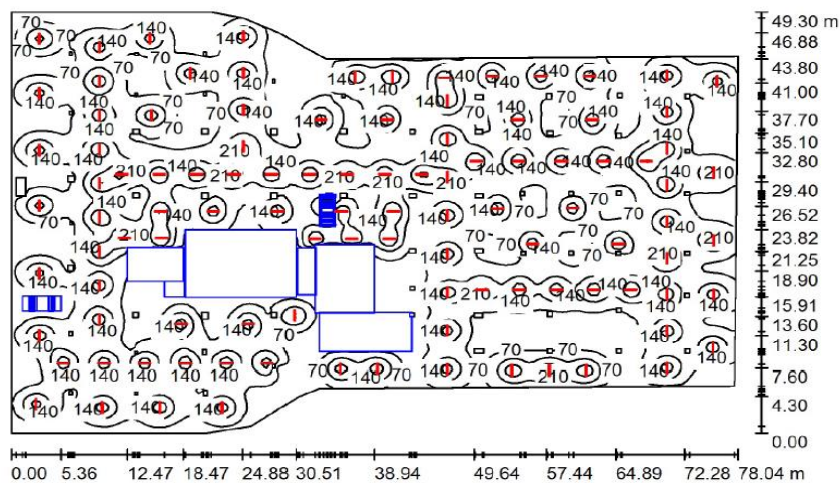
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS460 3xTL5-14W HFP D8-VH (1.000)	3450	3750	48.0
Total:			20700	22500	288.0

Valor de eficiencia energética: $7.48 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 38.51 m^2)



sotano / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:633

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	112	4.38	308	0.039
Suelo	20	99	0.53	211	0.005
Techo	70	33	1.99	347	0.061
Paredes (15)	50	69	20	154	/

Plano útil:

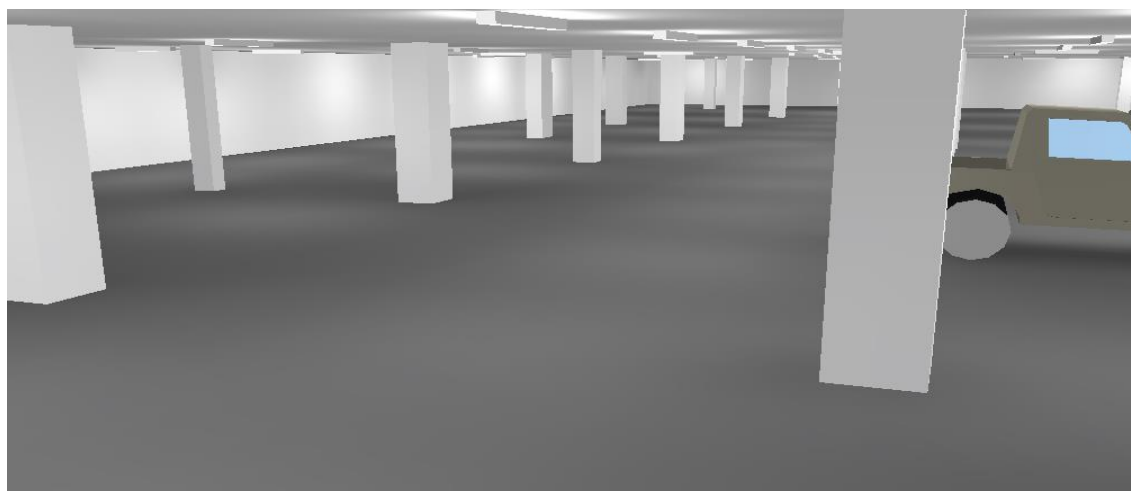
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	105	Philips TCW060 2xTL-D36W HF (1.000)	4221	6700	72.0
Total:			443205	703500	7560.0

Valor de eficiencia energética: $2.28 \text{ W/m}^2 = 2.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3309.40 m²)

sotano / Rendering (procesado) en 3D





5.1 VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN (VEEI)

En toda instalación de nueva construcción es necesario cumplir los requisitos de eficiencia energética que exige el Código Técnico de Edificación en su sección HE-3. Para ello, utilizando el programa *Dialux*, se ha calculado los valores de eficiencia energética de la instalación en cada zona sin que supere los valores límites que aparecen en la siguiente tabla:

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico ⁽⁴⁾	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios ⁽²⁾	4,0
	habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,5
	zonas comunes ⁽¹⁾	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos ⁽⁵⁾	5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte ⁽⁶⁾	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁹⁾	8
	hostelería y restauración ⁽⁸⁾	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁷⁾	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes ⁽¹⁾	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

Figura 16 VEEI límites (13)

El código técnico de edificación exige, junto a los valores VEEI, la existencia de un sistema de control cuya regulación optimice el aprovechamiento de luz natural. Para ello, se utilizarán luminarias autorregulables en el alumbrado perimetral de cada planta y solución actilume para los despachos.

Por último, el CTE nos pide la verificación de la existencia de un plan de mantenimiento. En la siguiente tabla se muestran los valores de VEEI y el factor de mantenimiento de la instalación.



ZONA	VEEI	FACTOR DE MANTENIMIENTO
Zona diáfana	1,34	0,8
Despacho tipo	1,93	0,8
Secretaria y recepción	2,17	0,8
Director general	1,66	0,8
Videoconferencia	1,65	0,8
Aparcamiento		

Figura 17 VEEI y factor de mantenimiento



PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



INDICE

1. Generalidades	82
1.1. Ámbito de aplicación	82
1.2. Alcance de los trabajos	82
1.3. Planificación y coordinación	83
1.4. Vibraciones y ruidos	83
1.5. Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones	83
1.6. Pruebas previas a la entrega de las instalaciones	84
1.7. Normativa de obligado cumplimiento	86
2. Centros de transformación y cables de alta tensión	87
2.1. Generalidades	87
2.2. Centros de transformación y seccionamiento	88
2.2.1. Calidad de los materiales	88
2.2.2. Normas de ejecución de las instalaciones	94
2.2.3. Pruebas reglamentarias	94
2.2.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	94
2.2.5. Certificados y documentación	96
2.3. Cables de transporte de energía eléctrica	96
2.3.1. Cables de aislamiento con polietileno reticulado	97
2.3.2. Cables de aislamiento con goma etileno-propileno	97
3. Grupo electrógeno.....	98
3.1. Generalidades	98
3.2. Componentes	99
3.2.1. Motor diésel	99
3.2.2. Alternador	100
3.2.3. Acoplamiento y bancada	100
3.2.4. Cuadro de protección, arranque y control	100
3.2.5. Depósito de combustible	101
3.3. Normas de ejecución	101
3.4. Pruebas reglamentarias	101
3.4.1. Funcionamiento manual	102
3.4.2. Funcionamiento automático	102
3.4.3. Funcionamiento pruebas	102
4. Cuadros de baja tensión	103
4.1. Generalidades	103
4.2. Componentes	104
4.2.1. Envoltentes	104
4.2.2. Aparamenta	105
4.2.3. Embarrados y cableados	106
4.2.4. Elementos accesorios	108
5. Cables eléctricos de baja tensión	109
5.1. Generalidades	109
5.2. Tipo de cables y su instalación	110



5.2.1. Cables 450/750V(PVC) para inst. en tubos y canales.....	110
5.2.2. Cables RV 0,6/1 kV (XLPE) para instalación al aire	110
5.2.3. Cables RV 0,6/1 kV (XLPE) para instalación enterrada	111
6. Canalizaciones	113
6.1. Generalidades	113
6.2. Materiales	114
6.2.1. Bandejas	114
6.2.2. Canales protectores	116
6.2.3. Tubos para instalaciones eléctricas	117
6.2.4. Cajas de registro, empalme y mecanismos	120
7. Instalaciones interiores o receptoras	121
7.1. Generalidades	121
7.2. Línea general de alimentación	121
7.3. Cuadro general de baja tensión	121
7.4. Líneas de derivación de la general e individuales	121
7.5. Cuadros secundarios	122
7.6. Instalaciones de distribución	122
7.6.1. Distribución para el alumbrado normal	124
7.6.2. Distribución para el alumbrado de emergencia	124
7.6.3. Distribución para tomas de corriente	125
8. Redes de tierra	126
8.1. Generalidades	126
8.2. Redes de tierra independientes	127
8.2.1. Red de puesta a tierra de protección alta tensión	128
8.2.2. Red de puesta a tierra de servicio	128
8.2.3. Red de puesta de la estructura de edificio	129
8.2.4. Red de puesta a tierra de protección baja tensión	129
8.2.5. Enlace entre las redes establecidas	131
9. Luminarias, lámparas y componentes	133
9.1. Generalidades	133
9.2. Tipos de luminarias	135
9.2.1. Luminarias fluorescentes de interior	135
9.2.2. Regletas industriales y luminarias herméticas para interior	135
9.2.3. Aparatos especiales y decorativos para interior	136
9.2.4. Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia y señalización	136
9.3. Componentes para luminarias	137
9.3.1. Reactantes o balastos	137
9.3.2. Lámparas fluorescentes	139
9.3.3. Lámparas fluorescentes compactas	140
9.3.4. Lámparas de descarga de forma elipsoidal	140
9.3.5. Lámparas varias.....	140
10. Pararrayos	
10.1. Generalidades	140
10.2. Componentes	141
10.2.1. Cabeza captadora	141



10.2.2. Mástil	141
10.2.3. Elementos de puesta a tierra	142
11. Batería de condensadores	143



1.- GENERALIDADES

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

1.1.- Ámbito de aplicación

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

1.2.- Alcance de los trabajos

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjas, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conllevan esta clase de instalaciones.



En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y funcionando.

1.3.- Planificación y coordinación

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrógeno, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra. La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

1.4.- Vibraciones y ruidos

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante. Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

1.5.- Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.



Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricas. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para conductores en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricación y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

1.6.- Pruebas previas a la entrega de las instalaciones

En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- ❖ Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente.
- ❖ Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un interruptor diferencial, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro de planta, midiendo los usos de alumbrado a parte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V.
- ❖ Valor de la corriente de fuga en todos y cada uno de los cuadros eléctricos.



- ❖ Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- ❖ Comprobación de interruptores magnetotérmicos mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- ❖ Comprobación de todos los interruptores diferenciales, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- ❖ Comprobación del taraje de relés, de conformidad a los valores deseables para la correcta protección de los circuitos.
- ❖ Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.
- ❖ Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- ❖ Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- ❖ Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
- ❖ Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
- ❖ Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38.
- ❖ Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- ❖ Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a mas de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- ❖ Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando



que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.

- ❖ Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- ❖ Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes. Asimismo, en el caso que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia de puesta a tierra del conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.
- ❖ Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el Cuadro General de B.T., así como la máxima corriente de fuga.
- ❖ Se comprobarán todos los sistemas de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- ❖ Se comprobarán las puestas a tierra de Neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protección en B.T. en el Cuadro General de Baja Tensión, así como las tensiones de paso y contacto.
- ❖ Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrónico, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

1.7.- Normativa de obligado cumplimiento

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- I. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- II. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.



- III. Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- IV. Código técnico de edificación.
- V. Condiciones de Protección Contra Incendios en los Edificios NBE-CPI 1.996. Además, se tendrán presentes todas las Normas, Ordenanzas y Reglamentos de obligado cumplimiento, relacionados en otros documentos de este Proyecto.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Obras Públicas y las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas.

2.CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN

2.1.-Generalidades

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV.

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instrucción. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles. Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y NBE CPI-96 para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, los 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno. Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de



obra civil con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear serán modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección mínimo, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de \varnothing y se pondrán a tierra utilizando para ello tomas de tierras independientes a las del resto de instalaciones en B.T. Esta red constituirá la de protección en A.T.

Por debajo del suelo terminado y a una profundidad de 10 cm, se instalará un mallazo de 30x30 cm. formado por redondo de 4 mm de diámetro como mínimo. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- ☐ Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- ☐ Placa de primeros auxilios.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas, y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.



2.2.- Centros de transformación y seccionamiento

2.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

2.2.1.1.-Aparamenta de Alta Tensión.

CELDAS RM6.

La aparamenta de A.T. que conforman las celdas de acometida estará constituida por conjuntos compactos serie RM6 de Schneider Electric, equipados con dicha aparamenta, bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

- Características constructivas:

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una sobrepresión de 0'1 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida.

En la parte posterior se dispondrá de una membrana que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

El dispositivo de control de aislamiento de los cables será accesible, fase por fase, después de la puesta a tierra y sin necesidad de desconectar los cables.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

En caso de avería en un elemento mecánico se deberá poder retirar el conjunto de mandos averiado y ser sustituido por otro en breve tiempo, y sin necesidad de efectuar trabajos sobre el elemento activo del interruptor, así como realizar la motorización de las funciones de entrada/salida con el centro en servicio.

- Características eléctricas.

- | | |
|--|----------------|
| - Tensión nominal | 24 kV. |
| - Nivel de aislamiento: | |
| a) a la frecuencia industrial de 50 Hz | 50 kV ef.1mn. |
| B) a impulsos tipo rayo | 125 kV cresta. |
| - Intensidad nominal funciones línea | 400 A. |



- | | |
|--|---------------|
| - Intensidad nominal otras funciones | 200 A. |
| - Intensidad de corta duración admisible | 16 kA ef. 1s. |

- Interruptores.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

La apertura y cierre de los polos será simultánea, debiendo ser la tolerancia de cierre inferior a 10 ms.

Los contactos móviles de puesta a tierra serán visibles a través de visores, cuando el aparato ocupe la posición de puesto a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma UNE-EN 60265.

En servicio, se deberán cumplir las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal sobre transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 30 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA.

- Cortacircuitos-fusibles.

En el caso de utilizar protección ruptor-fusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Los fusibles cumplirán la norma DIN 43-625 y la R.U. 6.407-A y se instarán en tres compartimentos individuales, estancos y metalizados, con dispositivo de puesta a tierra por su parte superior e inferior.

CELDAS SM6.

Las celdas a emplear después de las celdas RM6 de acometida, serán de la serie SM6 de Schneider Electric, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.



El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

- Características constructivas.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos,

- A) Compartimento de aparellaje.
- B) Compartimento del juego de barras.
- C) Compartimento de conexión de cables.
- D) Compartimento de mandos.
- E) Compartimento de control.

Que se describen a continuación.

A) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida según se define en UNE-EN 62271-200. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar. Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

B) Compartimento del juego de barras.



Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

C) Compartimento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

D) Compartimento de mando.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

E) Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

- Características eléctricas.

- | | |
|--|----------------|
| - Tensión nominal | 24 kV. |
| - Nivel de aislamiento: | |
| a) a la frecuencia industrial de 50 Hz | 50 kV ef.1mn. |
| B) a impulsos tipo rayo | 125 kV cresta. |
| - Intensidad nominal funciones línea | 400 A. |
| - Intensidad nominal otras funciones | 200/400 A. |
| - Intensidad de corta duración admisible | 16 kA ef. 1s. |



- Interruptores-seccionadores.

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA ef.

- Cortacircuitos-fusibles.

En el caso de utilizar protección ruptor-fusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

Puesta a tierra.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm. Conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

2.2.1.2.- Transformadores

Los transformadores a instalar serán trifásicos, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, encapsulado en resina epoxy, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

2.2.1.3.- Equipos de medida

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificadas en la memoria.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

- Contadores.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.



- Cableado

La interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo o módulo de contadores se realizará con cables de cobre de tipo termoplástico (tipo EVV-0.6/1kV) sin solución de continuidad entre los transformadores y bloques de pruebas.

El bloque de pruebas a instalar en los equipos de medida de 3 hilos será de 7 polos, 4 polos para el circuito de intensidades y 3 polos para el circuito de tensión, mientras que en el equipo de medida de 4 hilos se instalará un bloque de pruebas de 6 polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de 4 polos para el de tensiones, según norma de la compañía NI 76.84.01.

Para cada transformador se instalará un cable bipolar que para los circuitos de tensión tendrá una sección mínima de 6 mm², y 6 mm² para los circuitos de intensidad.

La instalación se realizará bajo un tubo flexo con envolvente metálica.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

2.2.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

2.2.3.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La apareamiento eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.



- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

2.2.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- PREVENCIÓNES GENERALES:

1) Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

2) Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

3) En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

4) No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

5) No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

6) Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

- PUESTA EN SERVICIO:

7) Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

8) Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

- SEPARACIÓN DE SERVICIO:

9) Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.



10) Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

11) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartament y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

12) La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

- **PREVENCIONES ESPECIALES:**

13) No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

14) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite éster vegetal) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

15) Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

2.2.5.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.



- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

2.3.- Cables de transporte de energía eléctrica

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el 2.1.- Generalidades, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) contruidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre a campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- ❖ Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformador, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- ❖ Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

2.3.1.- Cables de aislamiento con Polietileno Reticulado (XPLPE)

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir $R_{curvatura} \geq 10 \times (D+d)$, ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm² aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm² en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.



2.3.2.- Cables de aislamiento con goma Etileno-Propileno (EPR)

Serán para instalación enterrada en lugares húmedos y encharcados, bien directamente o bien alojados en tubos. Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 130°C en sobrecarga, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido se seguirán las mismas recomendaciones hechas para el XLPE en el apartado anterior.

La profundidad a la que deben ir enterrados será como mínimo de 70 centímetros. Cuando vayan canalizados en tubos, cada uno de estos no alojará más de una terna (3 unipolares de un mismo sistema trifásico), siendo la relación entre el diámetro del tubo (D) y el del conductor unipolar de la terna (d) igual o superior a $D/2d = 2$; $D/d = 4$. En el caso de ir directamente enterrados, se abrirá una zanja de 60 cm de ancho con una profundidad mínima de 85 cm. El terreno firme del fondo se cubrirá con un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables que de ser unipolares quedarán separados uno de otro 8 cm como mínimo. Sobre ellos se echará una misma capa del mismo material que la cama, con 20 cm de espesor, para posteriormente proceder al relleno de la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables, en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos a 10 cm una cinta o banda de polietileno color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según norma UNE 48103.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado la zanja y sistema de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150x150 cm separadas como máximo 15 metros. Las arquetas una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento.

3.- GRUPO ELECTRÓGENO

3.1.- Generalidades

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3 o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del R.E.B.T) mediante Grupos Electrónicos, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración



por aire, el sistema será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo electrógeno.

Antes del suministro del grupo electrógeno, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El Grupo Electrónico (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, y chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la más aceptable y prevista en este Proyecto con insonorización a 30 dB.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.
- Factor de potencia.
- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).



- Tipo de combustible y consumo en g/CV h.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.
- Disminución de ruidos en la insonorización.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en memoria.

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

3.2.- Componentes

3.2.1.- Motor Diesel

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria)
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.
- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.
- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro



de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

3.2.2.- Alternador

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

3.2.3.- Acoplamiento y Bancada

La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

3.2.4.- Cuadro de protección, Arranque y Control

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omnipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de mando y vigilancia
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables
- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, pruebas y Desconectado.
- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.



- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

3.2.5.- Depósito de combustible

Su capacidad se dimensionará para ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

3.3.- Normas de ejecución

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término y la normativa correspondiente de protección contra incendios en cuanto a sectorización y grado de resistencia al fuego.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84.

3.4.- Pruebas reglamentarias

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

3.4.1.- Funcionamiento manual

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

- Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
- Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones y el tiempo total de la maniobra



desde el corte del suministro normal hasta la regularización del suministro mediante el GE.

- Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro de Red se procederá a la prueba 4).
- Transferencia de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
- Parada del GE.

3.4.2.- Funcionamiento automático

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas: fallo total de la red, fallo de algunas de las fases o bajada/subida de tensión de Red por debajo/encima del valor ajustado en los detectores de tensión incorporados en el cuadro. En esta posición se realizarán las siguientes pruebas:

1. Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las tres causas anteriores.
2. Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga. La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 s para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

3.4.3.- Funcionamiento Pruebas

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de la función MANUAL EN PRESENCIA de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de la función AUTOMÁTICO. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

- Pasando a DESCONECTADO, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se debe parar.
- Comprobación de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:
 - Conmutador de funciones: AUTOMÁTICO, MANUAL, PRUEBAS Y DESCONECTADO.
 - Pulsadores de: ARRANQUE MANUAL, PARADA MANUAL, CONEXIÓN RED, CONEXIÓN GRUPO, CORTE BOCINA, DESBLOQUEO ALARMAS, PRUEBA LÁMPARAS Y PARADA EMERGENCIA.



- Lámparas de señalización: EXISTE RED, EXISTE GRUPO, FALLO ARRANQUE, BAJA PRESIÓN ACEITE Y EXCESO TEMPERATURA
- Alarmas con identificación: FALLO ARRANQUE AUTOMÁTICO, BAJA
- PRESIÓN DE ACEITE, PARADA DE EMERGENCIA Y BAJO NIVEL DE
- COMBUSTIBLE.

4.- CUADROS DE BAJA TENSIÓN

4.1.- Generalidades

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50/60 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones mínimas de 1.800x800x400 mm y máximas de 2.100x1000x1000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000x550x180 mm y máximas de 1.500x1000x200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, sus cerramientos dispondrán de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos definitivos para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de



cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

4.2.- Componentes

4.2.1.- Envolventes

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados con dimensiones mínimas de 2.000×800×400 mm y máximas de 2100×1000×1000 mm provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, y traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307 o superiores en Salas de máquinas o al exterior.

Serán conforme a normas UNE-EN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la lcc previsible en ellos.

Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras cuando las lleven, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.



Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra..

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la aparamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega (según Mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestreada de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos.

El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA.

4.2.2.- Aparamenta

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia en su diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473. Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que deja sin servicio.

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitaciones térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.



Cuando exista escalonamiento en las protecciones, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD NATURAL (amperimétrica, cronométrica o energética), o bien SELECTIVIDAD REFORZADA, conjugando poderes de LIMITACIÓN en los interruptores de cabecera con poderes de corte y solicitudes térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo (FILIACIÓN). Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la Aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones.

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S.

No obstante, cuando se utilice el TN-S, la protección contra contactos indirectos de las líneas hasta el último escalón de protección, podrá estar realizada mediante los dispositivos de disparo de máxima intensidad en corto retardo que las protegen.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado.

Cada cuadro dispondrán de protecciones contra sobretensiones, coordinadas aguas arriba, con las del C.G.B.T.

Todos los interruptores del C.G.B.T. y los dispositivos generales de protección diferencial de los Cuadros Secundarios dispondrán de contactos de defecto para el Sistema de Control general del Edificio.

4.2.3.- Embarrados y Cableados

En los cuadros CGBT las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.



Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a 3500 kg/cm².

Como cálculo reducido para el cobre, podrán utilizarse la siguientes expresiones:

- a) Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga apoyada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 3500$$

donde:

w	Módulo resistente de la sección en cm ³
I _{cc}	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

- b) Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga empotrada en sus extremos):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 3500$$

donde:

w	Módulo resistente de la sección en cm ³
I _{cc}	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando la barra de cualquiera de las fases esté formada por varias pletinas iguales separadas entre sí para su ventilación, el módulo resistente de la sección total será la suma de los módulos resistentes de cada una de las pletinas que formen dicha barra.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión por la que se rige la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$

en donde:

b = Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.

L = Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.



Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ($50 \times 2 = 100$ Hz), se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias $\left(\frac{f}{50}\right)$ sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en B.T. del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde.

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores inferiores a 250 A. Siempre serán con cable flexible RZ1-K-0,6/1 kV provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. Su canalización dentro del cuadro será por canaletas con tapas de PVC y una rigidez dieléctrica de 240 kV/cm. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los cables a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales redondos, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del cable la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 32 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los conductores de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro seguirán siendo del tipo RZ1-K-0,6/1 kV, con la sección adecuada a la intensidad nominal del disyuntor que la protege.

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados que las indicadas en este apartado.

4.2.4.- Elementos accesorios

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Canaletas.
- Rótulos
- Etiqueteros.
- Señalizaciones
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.



- Retoques de pintura.

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

5.- CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

5.1 Generalidades

Los cables que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V. Todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio. Denominación (AS) en general y (AS+) para Servicios de Seguridad

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Marrón, Negro y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde. Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos los cables deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrónicos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las sollicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.



- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz. Cuando la acometida es en Baja Tensión las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% en alumbrado y 5% en fuerza.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T., ITC-BT-07 e ITC-BT-19. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a 1,5mm².

5.2 TIPO DE CABLES Y SU INSTALACIÓN

5.2.1.- CABLES 450/750 V (PVC) PARA INSTALACIÓN EN TUBOS Y CANALES

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 21.031, 20.427, 20.432-1-3, 21.172, 21.174 y 21.147, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad.

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los cables y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “Generalidades” del capítulo *Canalizaciones*. Referente a los canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos (H07Z1-U y H07Z1-R) o flexibles (H07Z1-K). Cuando se utilicen cables flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la fórmula aplicable de calentamiento adiabático a un cable en cobre de este tipo de aislamiento será: $I_{cc}^2 \times t = 13225 \times S^2$.



5.2.2.- Cables RZ1-0,6/1 kV (XLPE) para instalación al aire.

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación al aire según ITC-BT-07 apartado 3.1.4 del R.E.B.T.

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 21.147, 21.432, 21.145, 21.174, 21.172, 20.432 e IEE 383-74 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio, total ausencia de halógenos, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuitos de corta duración 250° C.

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión, entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado "Bandejas" del capítulo de *Canalizaciones*.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un cable por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura del cable no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los cables de tal manera que no queden partes del conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del cable.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los cables con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del R.E.B.T.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de



calentamiento adiabático será $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$ para conductor de cobre, e $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$ para el aluminio.

5.2.3.- Cables RV 0,6 / 1 kV (XLPE) para instalación enterrada.

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación enterrada según ITC-BT-07 apartado 3.1.2 del R.E.B.T.

Serán para instalación directamente enterrada o en tubo. Cumplirá con las Normas UNE 21.123 y 20.432-1 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuito de corta duración 250° C.

Los cables se enterrarán a una profundidad de mínima de 60 cm en general y de 80 cm bajo calzadas. Cuando vayan directamente enterrados, la zanja se abrirá a 85 cm de profundidad y 60 cm de ancho. Sobre el terreno firme del fondo, se colocará un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables. Sobre ellos se colocará una nueva capa del mismo material que la cama, con unos 20 cm de espesor. Posteriormente se rellenará la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos una cinta o banda de polietileno de color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según Norma UNE 48.103.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables entubados y calcular la carga máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 4 (aluminio) y 5 (cobre), así como factores de corrección según tablas 6,7,8,9 y apartados 3.1.2 y 3.1.3 del R.E.B.T.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 30 m. Las arquetas, una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento. La intensidad admisible para cables en esta forma de instalación deberá ser calculada teniendo en cuenta un 0,7 por ir en tubos múltiples, más un 0,9 adicional (total 0,7×0,9=0,63) para compensar el posible desequilibrio de la intensidad entre cables cuando se utilicen varios por fase. Siempre partiendo de que los cables vayan enterrados a 60 cm como mínimo de la superficie del terreno y que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de los cables agrupados sea igual o superior a 2.



Una variante a la instalación en tubo enterrado calificada como más aconsejable, la constituye el empleo de atarjeas con tapas registrables, en donde los cables clasificados en ternas se fijan a soportes formados por perfiles metálicos normalizados recibidos a las paredes, garantizando en ellas la ventilación por los extremos.

En el tendido de cables mediante sistemas mecánicos de tracción y rodadura, se dispondrá de un dinamómetro y sistema calibrado de protección por ruptura, que interrumpa la tracción al superarse los esfuerzos máximos de 5 kg/mm^2 de sección del conductor de cobre, o de 2,5 kg en el caso de aluminio. La velocidad de tendido no debe exceder de 5 m/min.

Para estos cables también rigen las prescripciones del apartado de *Cables RZ1-0,6/1 kV*. de este capítulo.

5.2.4.- Cables resistentes al fuego (FIRS) para instalación al aire.

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto de características serán las indicadas en el apartado de *Cables RZ1-0,6/1kV* de este capítulo.

6.- CANALIZACIONES

6.1 Generalidades

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar conductores eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material de PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material PVC curvable en caliente. No propagadores de la llama.
- Tubos en material PVC flexible, no propagadores de la llama.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de PVC pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para



diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas.

Las canales en PVC serán todas para montaje mural.

Los tubos rígidos, sean metálicos o de PVC, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de PVC flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de PVC, los flexibles en PVC con espiral de refuerzo interior en PVC rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T., teniendo presente que, en cuanto al número de conductores a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla:

Tubo mm	Conductor mm2																
	Hilo rígido unipolar V-750							Hilo rígido unipolar 0,6/1 kV				Hilo rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
16	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	7	6	5	3	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	-	7	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	-	-	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	-	-	-	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	-	-	-	7	6	-	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	-	-	-	7	-	-	7	6	3	3	2	2	2	-

Figura 18 Número de conductores por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro del tubo (14)

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$, siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm² como máximo.



6.2 Materiales

6.2.1.- Bandejas:

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los conductores se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman.

Cuando el circuito exija mas de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas de cremallera fabricadas en Poliamida 6.6, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27- 501/88 y 37-508/88) en acero inoxidable o zincadas, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo en cobre de 16 mm² para la tierra en todo su recorrido.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro de 4,5-5 mm.



Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 15 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra tienen que ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de PVC rígido serán para temperaturas de servicio de -20°C a $+60^{\circ}\text{C}$, clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a 40°C .

Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60x200	2,7	1,810	22,5
60x300	3,2	2,770	33,7
60x400	3,7	3,700	45,6
100x300	3,7	3,690	57,3
100x400	4,2	4,880	77,2
100x500	4,7	6,350	96,6
100x600	4,7	7,230	116,5

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

6.2.2.- Canales protectores:

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.



Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de PVC rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200x35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de PVC rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:

Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50x75	2,2	1,180	6,7
60x100	2,5	1,190	10,8
60x150	2,7	2,310	16,6
60x200	2,7	2,840	22,5
60x300	3,2	4,270	33,7
60x400	3,7	5,970	45,6

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

6.2.3.- Tubos para instalaciones eléctricas

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del R.E.B.T:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.



- Tubos en PVC rígidos.
- Tubos en PVC corrugados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los tubos de acero serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00	-

Figura 19-Diámetros de tubos de acero de unión roscada

TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55	-

Figura 20-Diámetros de tubo de acero de uniones enchufables

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas.

Los tubos de PVC rígido serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no propagador de la llama). Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:

Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63



Espesor pared/mm	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5
-------------------------	---	------	------	------	------	------	-----	---

Figura 21- Diámetros y espesor de uniones roscadas o enchufables

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los tubos corrugados en PVC, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 20.432 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-3 y UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio.

Los tubos corrugados reforzados en PVC, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios.

La fijación de los tubos corrugados se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijación no será superior a 1000 mm.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los tubos para canalizaciones eléctricas enterradas, destinadas a urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior, serán en PVC del tipo corrugado construido según UNE-50.086-2-4 con una resistencia a la compresión de 250 N. Siendo sus diámetros en mm los siguientes:

Ø referencia	50	65	80	100	125	160	200
Ø exterior/mm	50	65,5	81	101	125	148	182
Ø interior/mm	43,9	58	71,5	91	115	148	182

Figura 22- Diámetros de tubos PVC corrugados

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.



Para la instalación de tubos destinados a alojar conductores se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.
- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, PVC rígido o PVC liso reforzado. En las de PVC corrugado, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.

6.2.4.- Cajas de registro, empalme y mecanismos:

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.



Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64x64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

7.- INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

7.1 Generalidades

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los conductores empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% para la instalación de alumbrado y del 5% para las de fuerza desde la Caja General de B.T. hasta el punto más alejado de la instalación para el caso de una acometida en Baja Tensión. Cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en B.T. de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en B.T. de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones, definidas en la ITC-BT-12 del R.E.B.T. como de “ENLACE”, cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.



7.2 Línea General de Alimentación (LGA)

Enlazará las bornas de B.T. de los transformadores con los interruptores de protección en B.T. de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT.

7.3 Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades, sobretensiones y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a las líneas de salida alimentadoras de Secundarios de zona (CS), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto.

7.4 Líneas de Derivación de la General (LDG) e Individuales (LDI)

Las LGD y LDI enlazarán el cuadro CGBT con los Cuadros Secundarios.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60 y dispondrán de cerradura con llave, así como rejilla de ventilación en material intumescente.

7.5 Cuadros Secundarios (CS)

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz,



tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros secundarios, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

7.6 Instalaciones de distribución

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, conductores y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente conductores con aislamiento nominal 450/750 V protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser PVC corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será PVC corrugado reforzado fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o PVC rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conectionarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

Tanto para las distribuciones de alumbrado como para las de fuerza, se instalará tubo independiente para canalizar los conductores de protección (amarillo-verdes) que seguirá el mismo trazado y compartirá las cajas de registro de su propia instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección podrá compartir canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser 2,5 mm². Esta forma de instalación no será válida para canalizaciones en tubo de acero y canales metálicos en donde los conductores de protección deberán compartir tubo o canal con los activos de su circuito.

El paso de conductores a las canalizaciones y su posterior conectionado, se realizará con las canalizaciones ya fijadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.



La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente. Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha.

7.6.1.- Distribución para Alumbrado Normal

Comprenderá el suministro, instalación y conexionado de canalizaciones, registros, conductores y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente en lavabos o destinadas a Negatoscopios marcados en planos de planta.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación.

En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los



aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un círculo, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los locales que alimenta.

Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) procedentes de Dispositivos con disparo por corriente Diferencial Residual distintos, y también de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

7.6.2.- Distribución para Alumbrado de Emergencia

Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo) .

El alumbrado de Seguridad, de emergencia y de evacuación estará cubierto por kits de emergencia con 1 o 3 horas de autonomía localizados en las luminarias del alumbrado normal de las propias salas siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación mayor o igual a 1 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros eléctricos y puestos de incendios. Su alimentación será desde los cuadros de protección del alumbrado normal de las propias salas, utilizando circuitos de uso exclusivo. Para las zonas comunes el alumbrado de emergencia se realizará con aparatos autónomos automáticos con lámparas fluorescentes

El número de circuitos destinado por cuadro a este uso será como mínimo de tres, cada uno de ellos alimentado desde un Dispositivo de corriente Diferencial Residual distinto.

La distribución de los tres circuitos en la zona correspondiente a su cuadro, se realizará bajo las siguientes condiciones:

- Los aparatos autónomos y los de alumbrado normal de un mismo local, estarán alimentados, al menos, por un mismo Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR).
- Cuando en un mismo local haya dos o más aparatos autónomos, estos deberán ser alimentados, al menos, con dos circuitos distintos.

La forma de instalación de canalizaciones y conductores será idéntica a la del alumbrado normal, si bien para estos puntos no será necesario el conductor de protección al disponer los aparatos autónomos aislamiento en Clase II.



En cuanto al Alumbrado de Reemplazamiento y Fuerza para Servicios de Seguridad, su instalación partirá desde el grupo electrógeno, utilizando cables resistentes al fuego (FIRS) según UNE-EN 50.200 hasta los Cuadros Secundarios de la zona protegida con estos servicios. Los Cuadros Secundarios estarán situados dentro del Sector de Incendios propio de la zona protegida, y desde ellos se alimentarán las instalaciones de alumbrado que serán realizadas conforme a las descripciones indicadas anteriormente para el Alumbrado Normal, puesto que en este caso ambas instalaciones (Alumbrado Normal y Alumbrado de Reemplazamiento), para proporcionar “un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo” (ITC-BT-28, punto 3-3.2), tienen que ser la misma. Además, a las zonas dotadas de Alumbrado de Reemplazamiento, se les proyectará una instalación con aparatos autónomos para Alumbrados de Seguridad.

7.6.3 Distribución para tomas de corriente

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección cuyo tubo, cuando sea en PVC, será distinto de los destinados a los conductores activos.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un cuadrado, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta. Cuando las tomas se destinen a usos informáticos, el número que las identifica irá encerrado en un rombo.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Todas las tomas de corriente igual o superiores a 1.000 VA deberán ser alimentadas con un disyuntor de uso exclusivo.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos será de 2,5 mm², no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.



8.- REDES DE TIERRAS

8.1 Generalidades

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto V_d generará una corriente I_d de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la V_d pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión de contacto V_c a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto I_{mc} . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE: $V_c < 65V$ e $I_{mc} < 50 \text{ mA}$, lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo) $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$.

El R.E.B.T. toma como límite $V_c < 50V$ (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 \text{ mA}$; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto V_d , de lugar a una corriente I_d suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,02 segundos.

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto V_c superior a 50 V en una pieza conductiva, no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto I_d sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de conductores a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, color Amarillo-Verde.

El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos conductores podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T.



Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

8.2.-Redes de tierra independientes

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:

8.2.1.-Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

El mallazo será electrosoldado con redondo de 4 mm, formando una retícula de 30x30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 10 Ω , estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima de 15 metros.

8.2.2.-Red de Puesta a Tierra de Servicio

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

- Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.



- Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.

- Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIERAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08. Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

- Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general
- de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.
- La de los generadores de corriente alterna lo harán de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.

La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a 8Ω , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de 2Ω .

8.2.3.-Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo de 35 mm² de sección, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con $\varnothing 1,4$ cm y longitud 200 cm. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre 400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores 62x50 cm de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estas arquetas se instalará un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de 25x4 cm con puente de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.



Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de P.A.T. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizado en tubo aislante.

8.2.4.-Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores
- Todas las masas metálicas significativas del edificio
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los 2Ω . Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión.



- Red de protección de Servicio.
- Red unificada de protección BT/Estructura.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizará en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TT o en TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

Para la realización de los electrodos de puesta a tierra, se utilizarán las configuraciones tipo con sus parámetros característicos definido en el tratado “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación” conectados a redes de Tercera Categoría”, editado por UNESA.

Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos disponibles.

8.2.5.-Enlace entre las Redes establecidas

Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la construcción práctica del CT los herrajes que forman parte de la Red de Protección en A.T. (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice el aislamiento adecuado con la Red de Estructura de los edificios. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección B.T./Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, estudiada la conveniencia de establecer un régimen de Neutro TN-S para el cual la resistencia global de la barra de neutros del CGBT también reglamentariamente tiene que ser igual o inferior a 2 ohmios, se deduce que, sea cual fuere la R_t del CT, su unificación con las restantes redes en los puentes de comprobación dará como resultado una Resistencia Global de Puesta a Tierra igual o inferior a 2 ohmios. Esto quiere decir que para corrientes de defecto (I_d) iguales o inferiores a 500 A, el valor de la tensión de defecto transferida no superará a $V_d = 1000$ V, que es la condición a cumplir imprescindiblemente para mantener la unificación mencionada para un Centro de Transformación de tercera categoría ($I_{cc} \leq 16$ kA) con acometida subterránea.

En el caso que nos ocupa de red de neutro aislado, la I_d al primer defecto es despreciable y el segundo defecto no se produce porque el relé de protección 67N se encargará de la desconexión.



Para más detalles sobre puestas tierras y sus interconexiones, ver esquema:

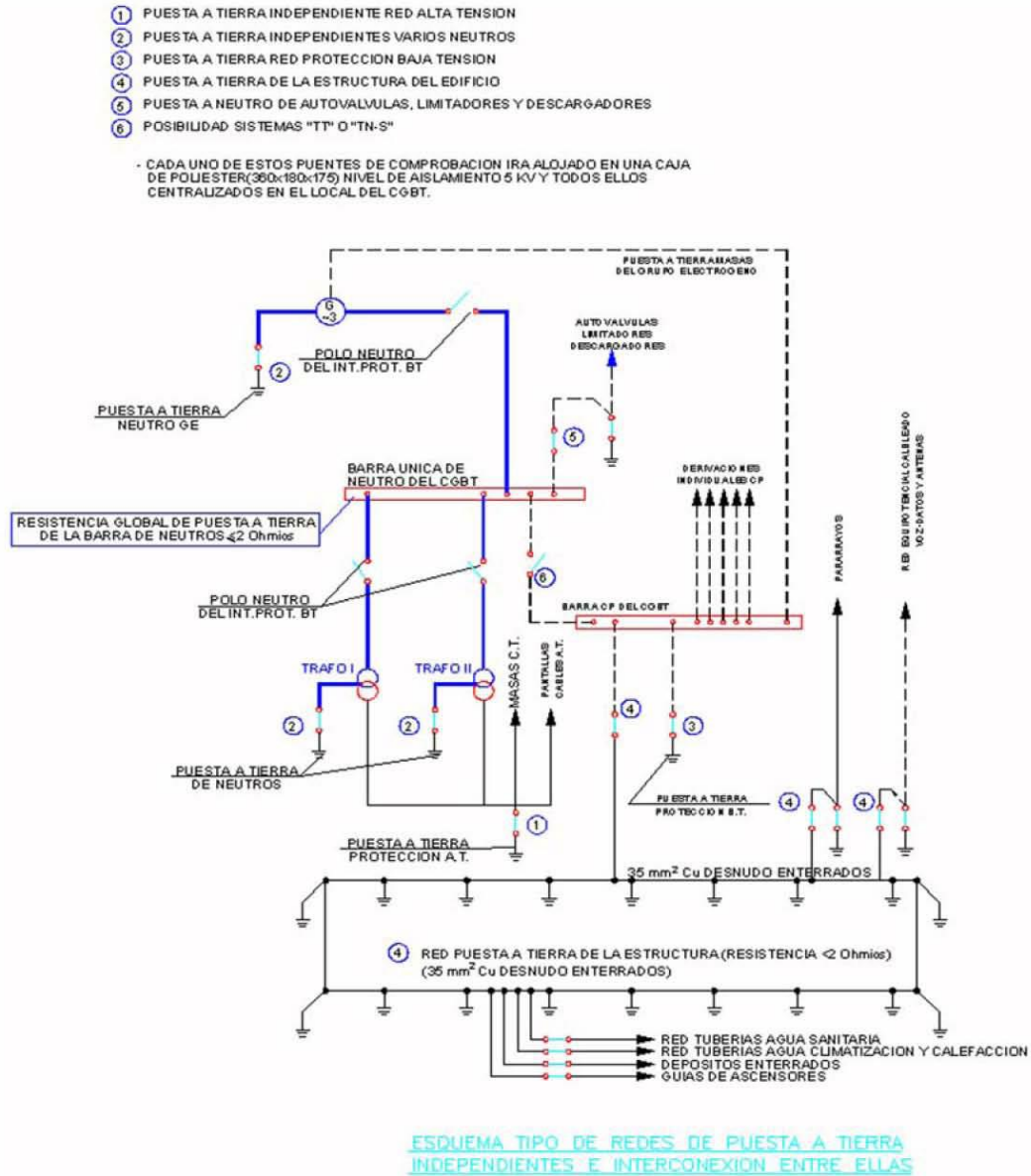


Figura 23 Interconexiones del sistema de puesta a tierra



9.- LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES

9.1 Generalidades

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

- 1) Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
- 2) Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
- 3) Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
- 4) Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
- 5) Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
- 6) El cableado interior será con conductores en cobre, designación H07Z1-R aislamiento 450/750V salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas, siendo su sección mínima de 1,5 mm², separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.
- 7) Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.



- 8) Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.
- 9) No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.
- 10) Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.
- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a compatibilidad Electromagnética tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.



9.2 Tipos de Luminarias

9.2.1.- Luminarias fluorescentes de interior

Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.

Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. El tipo de componente óptico será el indicado en Memoria y Mediciones. La fijación de luminarias se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado. Su construcción será en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color blanco.

Las destinadas a dos o tres lámparas compactas largas de 36 W, sus dimensiones estándar serán de 600x600 mm para las de empotrar, y de 560x560 mm para las de superficie.

9.2.2.- Regletas industriales y luminarias herméticas para interior

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color a elegir por la DF estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, grado IP-65. El difusor será en policarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las canalizaciones rígidas de distribución y alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.



9.2.3.- Aparatos especiales y decorativos para interior

Se incluyen aquí los apliques, plafones, proyectores, etc., con lámparas incandescentes, halogenuros metálicos, halógenas, reflectoras, Par 38, Par halógena, Vapor de Mercurio o Sodio, de uso decorativo o específico para su instalación interior. Cuando deban llevar equipo de encendido, todos serán en Alto Factor.

Todos ellos cumplirán con las condiciones generales del punto “Generalidades” de este capítulo y las especificaciones particulares reflejadas en Memoria y Mediciones.

9.2.4.- Aparatos autónomos para alumbrados de Emergencia y Señalización

Los aparatos a instalar deberán por sí mismos disponer de ambos alumbrados, cumpliendo en sus especificaciones técnicas con las necesidades establecidas en la ITC-BT-28 del REBT.

Deberán ir instalados sobre paramentos verticales a una altura de 10 cm por encima de los marcos de puertas o suspendidos de los techos. La distancia entre ellos no superará los 10 m.

La envolvente deberá ser en material no conductor de la corriente eléctrica y construido conforme a las normas UNE 20.062-93 para incandescentes y UNE 20.392-93 para fluorescentes así como la EN 60.598.2.22. Su autonomía, de no indicarse en otros documentos del Proyecto, será de una, dos o tres horas según Memoria y Mediciones del Proyecto. El modelo a instalar permitirá las siguientes variantes:

- Alumbrado de emergencia fluorescente.
- Alumbrado de señalización incandescente.
- Alumbrado de señalización fluorescente.

- Alumbrados de emergencia y señalización combinados.
- Instalación empotrada, semiempotrada, superficial, suspendida y en banderola.
- Posibilidad de diferentes acabados.
- Disponibilidad de rótulos adhesivos o serigrafiados sobre el propio difusor de policarbonato.

Las baterías serán Ni-Cd estancas de alta temperatura. Deberán ser telemandables y dispondrán de protecciones contra errores de conexión y descarga total de baterías.



9.3.- Componentes para luminarias

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “Generalidades” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobretodo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

9.3.1.- Reactancias o balastos

En aplicación al conjunto balasto-lámpara del Índice de Eficacia Energética (EEI), equivalente al cociente entre el flujo emitido por la lámpara con el balasto y la potencia aparente total consumida por el conjunto, CELMA clasifica a los balastos en siete clases o niveles, definidos con un valor límite representado por la potencia total absorbida por el conjunto, estas son: A1, A2, A3, B1, B2, C y D, correspondiendo el mayor nivel al A1, y disminuyendo progresivamente para los sucesivos hasta el D, que es el de menor nivel. Bien entendido que estos niveles no tienen correlación directa con la tecnología empleada en la fabricación de los balastos, la cual está referida al factor BLF (Factor de Luminosidad del Balasto), cuyo valor viene dado por el cociente entre flujo luminoso emitido por una lámpara funcionando con el balasto de ensayo, y el flujo de esa misma lámpara funcionando con un balasto de referencia que sirve de patrón.

Este factor BLF tiene que ser 1 para balastos electrónicos (alta frecuencia) y 0,95 para balastos electromagnéticos.

La clasificación en los siete niveles de CELMA es aplicable a las lámparas fluorescentes que posteriormente se relacionan, siempre alimentadas a la tensión de 230 V y 50 Hz, obtenidos los valores de potencia en el conjunto balasto-lámpara con:

- 1) Balastos Electrónicos para las clases A1, A2 y A3.
- 2) Balastos Electromagnéticos de Bajas Pérdidas para clases B1 y B2.
- 3) Balastos Electromagnéticos Convencionales para clase C.
- 4) Balastos Electromagnéticos de Altas Pérdidas para clase D.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los balastos serán Clase A2 para los electrónicos y B2 para los electromagnéticos como mínimo, disponiendo siempre los electrónicos de precaldeo y PCF (Controlador del Factor de Potencia).

Los balastos electromagnéticos utilizados para el encendido y mantenimiento en servicio de las lámparas fluorescentes y de descarga, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, y siempre bajo la clasificación de CELMA. Los destinados a luminarias de interior, serán de núcleo al aire tipo acorazado con imprimación en vacío de resinas epoxídicas



tropicalizadas, fijados a una envolvente protectora de hierro tratado con perforaciones para su montaje. Los destinados a luminarias intemperie alojados en su interior, serán del tipo hermético con envoltura en perfil de aluminio y tapas de poliamida con fibra de vidrio grado de protección IP54. Cuando su montaje sea a la intemperie, irán alojados con el condensador y el arrancador correspondiente, en una caja con tapa que garantice un grado de protección IP655. La caja será en fundición de aluminio y llevará la placa de características del equipo que aloja. Todos llevarán impreso y de forma indeleble, el esquema de conexonado y características de los componentes para el encendido y condensador necesario utilizado en la compensación de su efecto inductivo.

Los balastos electrónicos, como los anteriores, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, quedando identificadas en planos de planta las luminarias equipadas con balastos regulables en los casos que así se proyecten. En su construcción y diseño cumplirán con las normas VDE 0875-2 y UNE-EN-208.001 Y 55015 (93) referentes a Radiointerferencias, no produciendo perturbaciones en las instalaciones de infrarrojos anejas. Asimismo, en la emisión de armónicos a la red, su nivel estará por debajo de lo establecido en las normas VDE 0712/23, CEI-555-2, IEC 929, UNE-EN-60555-2 (87), UNE-EN-61000-3-2 y UNE-EN-60928 y 60929. En su fabricación se tendrá en cuenta las normas UNE-EN-61.347, 50.294, 60.730, 60.920, 60.921, 60.922 y 60.923.

Los instalaciones eléctricas que han de alimentar a los balastos electrónicos, deberán cumplir con lo recomendado por el fabricante de los mismos, sobretodo en cuanto al número de balastos máximo por disyuntor de 10 A y Dispositivo de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), longitud y características de los conductores entre los balastos y lámparas que alimentan, así como las condiciones particulares para los casos con reencendido en caliente.

A continuación se incluye la Tabla de CELMA para la clasificación del conjunto Balasto-Lámpara:



TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS	CLASE						
	50 Hz	HF		A1	A2	A3	B1	B2	C	D
LINEAL	15 W	13,5 W	FD-15-E-G13-26/450	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 16 W	≤ 18 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	18 W	16 W	FD-18-E-G13-26/600	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	30 W	24 W	FD-30-E-G13-26/895	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 31 W	≤ 33 W	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 40 W	> 40 W
	36 W	32 W	FD-36-E-G13-26/1200	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
	38 W	32 W	FD-38-E-G13-26/1047	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
	58 W	50 W	FD-58-E-G13-26/1500	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 55 W	≤ 59 W	≤ 64 W	≤ 67 W	≤ 70 W	> 70 W
	70 W	60 W	FD-70-E-G13-26/1800	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 68 W	≤ 72 W	≤ 77 W	≤ 80 W	≤ 83 W	> 83 W
COMPACTA 2 TUBOS	18 W	16 W	FSD-18-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSD-24-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSD-36-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
		40 W	FSDH-40-LP-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 44 W	≤ 46 W				
COMPACTA PLANA 4 T		55 W	FSDH-55-LP-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				
	18 W	16 W	FSS-18-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSS-24-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSS-36-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
COMPACTA 4 TUBOS	10 W	9,5 W	FSQ-10-E-G24q=1 FSQ-10-I-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	13 W	12,5 W	FSQ-13-E-G24q=1 FSQ-13-I-G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	> 21 W
	18 W	16,5 W	FSQ-18-E-G24q=2 FSQ-18-I-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSQ-26-E-G24q=3 FSQ-26-I-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
COMPACTA 6 TUBOS	18 W	16 W	FSM-18-I-GX24q=2 FSM-18-E-G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSM-26-I-GX24q=3 FSM-26-E-G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
		32 W	FSMH-32-LP- GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 39 W				
		42 W	FSMH-42-LP- GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 46 W	≤ 49 W				
COMPACTA 2 D	10 W	9 W	FSS-10-GR10q FSS-10-L/PH-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	16 W	14 W	FSS-16-I-GR8 FSS-16-E-GR10q FSS-16-L/PH-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	21 W	19 W	FSS-21-GR10q FSS-21-L/PH-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 22 W	≤ 24 W	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 31 W	> 31 W
	28 W	25 W	FSS-28-I-GR8 FSS-28-E-GR10q FSS-28-L/PH-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 29 W	≤ 31 W	≤ 34 W	≤ 36 W	≤ 38 W	> 38 W
	38 W	34 W	FSS-38-GR10q FSS-38-L/PH-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
		55 W	FSS-55-GRY10=03 FSS-55-L/PH- GRY10=q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				

Figura 24 Tabla CELMA para conjunto balasto-lámpara (20)

9.3.2.- Lámparas fluorescentes

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, serán de Ø 26 mm con potencias estándar de 18, 36 y 58 W, encendido mediante pico de tensión mayor de 800 V por cebador a temperatura ambiente superior a 5°C, o por reactancia electrónica con precaldeo.

Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lm/W para lámparas de 36 y 58 W, y de 70 lm/W para las de 18 W. Tendrán un índice de rendimiento al color no inferior al Ra=84.

9.3.3.- Lámparas fluorescentes compactas

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas (118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares. Su



eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 80 lm/W. Las potencias de lámparas a utilizar serán:

- Lámparas Largas: 18, 24, 36, 40 y 55 W con reproducción cromática 1B y casquillo 2G11.
- Lámparas Cortas Sencillas: 5, 7 y 9 W con reproducción cromática 1B y casquillo G23.
- Lámparas Cortas Dobles: 10, 13, 18 y 26 W con reproducción cromática 1B y casquillo G24d-1/d-2/d-3.

9.3.4.- LÁMPARAS DE DESCARGA DE FORMA ELIPSOIDAL

Podrán ser de Vapor de Mercurio en Alta Presión, Vapor de Sodio en Alta Presión y Halógenos Metálicos, para iluminación de interiores y exteriores. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 60 lm/W en las de V.M.A.P., de 100 lm/W en las de V.S.A.P. y de 75 lm/W en las H.M. Para interiores, las lámparas deberán tener un índice de rendimiento en color igual o superior a 60 (Ra>60) con reproducción cromática 1A, 1B, 2A o 2B.

9.3.5.- LÁMPARAS VARIAS

Se incluyen las incandescentes de iluminación general, reflectoras, linestras, halógenas normales, halógena B.V., reflectoras halógenas, etc. y aquellas cuyo uso específico debe quedar reflejado y definido en otros documentos del Proyecto.

La determinación del tipo de lámpara a utilizar estará condicionado al aparato de alumbrado donde vaya instalada, características del lugar a iluminar, niveles de iluminación, importancia del resalte de colores, carga térmica, distribución de la luz, etc.

Todas las lámparas cumplirán con las normas UNE armonizadas con las vigentes en CEI.

10.- PARARRAYOS

10.1.-Generalidades

Esta instalación tiene como objetivo la protección del inmueble y su contenido contra las descargas atmosféricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo y, consecuentemente, descargas peligrosas para personas y equipos.

El sistema a utilizar será el de pararrayos de puntas, tipo Franklin con dispositivo de anticipación de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:



- R.E.B.T.
- Norma UNE 21.
- Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su anexo B referente a la protección de estructuras contra el rayo
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083, CEI 1024 y UNE-21.185
- CTE

10.2.-Componentes

10.2.1.-Cabeza captadora

Estará fabricada con material resistente a la corrosión, preferiblemente en acero inoxidable al Cr-Ni-Mo, o en cualquier combinación de dos de ellos. Será de punta única y dispondrá de doble sistema de cebado sin fuentes radiactivas.

La unión entre la cabeza captadora y el mástil de sujeción se realizará mediante una pieza adaptadora de latón para 1 y 1/2" que servirá al propio tiempo de conexión del cable de puesta a tierra.

Para la determinación del volumen protegido, se tendrá en cuenta la información técnica del fabricante a fin de calcular el tipo de cabeza y altura del mástil necesaria.

10.2.2.-Mástil

Será en tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 m, siendo el más alto de 1 y 1/2" y los enlaces mediante dos tornillos con tuerca y arandelas planas de presión

El sistema de anclaje podrá ser mediante soportes en U para recibir a muro, o trípode con placa base para recibir en suelo. Siempre serán en hierro galvanizado en caliente y recibidos con cemento. Cuando se realice mediante soportes en U, se utilizarán como mínimo dos y estarán separadas en vertical una distancia igual o superior a 70 cm.

Su situación será la más centrada posible en la cubierta del edificio, debiendo sobresalir, como mínimo, 3 m por encima de cualquier elemento incluyendo las antenas.

10.2.3.-Elementos de puesta a tierra

Lo constituyen el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra. El cable a utilizar será en cobre desnudo de 70 mm² de sección, unido a la cabeza captadora mediante la pieza de adaptación y sus tornillos prisioneros. Se canalizará por el interior



del mástil hasta su extremo inferior, siguiendo posteriormente un recorrido lo más corto y rectilíneo posible hasta su puesta a tierra.

Podrá hacerlo directamente por fachada o por el interior del edificio, pero siempre lo más alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapa cilíndrica de latón de longitud \varnothing 24 mm compuesta por base con ranura de alojamiento del cable, tuerca de cierre M-2 y tirafondo M-6x30 con taco de plástico.

En su trazado las curvas no deben tener un radio inferior a 20 cm y aberturas superiores a 60°.

Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en un tubo de acero galvanizado de \varnothing 60 mm y 3 m de longitud.

Las tomas de tierra se realizarán conforme a la instrucción ITC-BT-18 del R.E.B.T y la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado tiene que ser igual o inferior a 8 ohmios.

Cuando el edificio disponga de red de tierras para la estructura, además de la puesta a tierra independiente de que el Pararrayos ha de disponer, esta se enlazará con la de la estructura mediante un puente de comprobación situado en la arqueta de puesta a tierra del pararrayos.

En el caso de necesitarse además del Nivel I, medidas especiales complementarias para garantizar la protección contra el rayo, se dotará al edificio de una protección externa según VDEO 185 que constará de:

1. Instalación Captadora: tiene la misión de recibir el impacto de la descarga eléctrica de origen atmosférico. Irá instalada encima de la cubierta siguiendo las aristas de la misma y formando una retícula de malla no superior a 10x10 m que cubrirá toda la superficie. Esta malla estará realizada con varilla de cobre de 8mm de \varnothing , fijada al edificio mediante soportes conductores roscados provistos de abrazadera para la varilla, siendo la distancia entre soportes igual o inferior a 1 metro.
2. Derivador: es la conexión eléctrica conductora entre la instalación captadora y la puesta a tierra. El número de derivadores a tierra será como mínimo la longitud del perímetro exterior de la cubierta en su proyección sobre el plano, dividido entre 15. Es decir, uno cada 15 metros del perímetro exterior proyectado de la cubierta sobre el plano.

Estará realizado del mismo modo que la instalación captadora, utilizando varillas de cobre de 8 mm y soportes conductores roscados provistos de abrazadera, siendo la distancia entre ellos igual o inferior a 1 metro.
3. Electrodo de puesta a tierra: su función es disipar la descarga eléctrica en tierra. Generalmente este electrodo estará compuesto por un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado fuera de la cimentación, recorriendo todo el perímetro de la fachada del edificio, y al que se conectarán todos los derivadores utilizando para ello soldaduras aluminotérmicas. El electrodo de puesta a tierra irá



enterrado a una profundidad de 0,8 metros, como mínimo, del suelo terminado, conectado a la red de puesta a tierra de la estructura en los mismos y cada uno de los puntos en donde el electrodo de puesta a tierra se une a los derivadores.

En función de la altura del edificio, la instalación captadora podrá ir dotada de puntas de captación.

11.-BATERÍA DE CONDENSADORES

Para compensación del factor de potencia de la instalación de BT se ha previsto la implantación de una Batería automática de Condensadores de 600 KVAR conectada al CGBT a través de transformadores de intensidad y protegida con interruptor magnético, con acometida trifásica y conductor de toma de tierra, según la tabla de cálculo.

Estas baterías serán de varios escalones que permitan la selección de potencia, según las características de la red en cada caso. Los condensadores dispondrán de contactores para permitir las descargas capacitivas y tendrán protección contra Armónicos.

Se ha presupuestado una Batería de 600 KVAR por estimación directa, porque la potencia definitiva deberá definirse cuando la instalación esté en marcha y se puedan medir los parámetros reales a compensar.



PRESUPUESTO



CASTELLANA 33 PRESUPUESTO GENERAL

<i>Código</i>	<i>Ud.</i>	<i>Resumen</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Importe</i>
I		MEDIA TENSIÓN	1	168.008,00 €	168.008,00 €
I.1		APARAMENTA	1	91.000,00 €	91.000,00 €
I.1.1	Ud.	CONJUNTO COMPACTO SECCIONAMIENTO. Compacto Schneider Electric. Gama RM6, modelo RM6 3I (3L), referencia RM63I con cajón de automatización CBTAUTIB3L, para tres funciones de línea de 400 A motorizada, según las características detalladas en memoria, con capotes cubrebornas y lámparas de presencia de tensión.	1	30.157,00 €	30.157,00 €
I.1.2	Ud.	CABINA DE PASO DE BARRAS Schneider Electric gama SM6, modelo GIM, referencia SGIM16, para separación entre la zona de compañías y la de abonado según características detalladas en memoria	1	222,00 €	222,00 €
I.1.3	Ud.	CABINA DE REMONTE DE CABLES Schneider Electric gama SM6, modelo GAME, referencia SGAME16, de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar.	1	1.481,00€	1.481,00€
I.1.4	Ud.	JUEGO DE CONECTORES Juego de tres conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.	3	733,00€	2.199,00 €
I.1.5	Ud.	ARMARIO DE COMUNICACIONES ACOM-I-GPRS con cubierta transparente equipado con magnetotérmico tetrapolar, bornas seccionables, auxiliares y router GPRS modelo 4DRN instalado.	1	1.200,00 €	1.200,00 €
I.1.6	Ud.	CABINA INTERRUPTOR-SECCIONADOR 400 A Cabina disyuntor Schneider Electric gama SM6, modelo DM1C, referencia SDM1CX16, con seccionador en SF6 con mando CS1, disyuntor tipo SFSET 400 A en SF6 con mando RI manual, con bobina de apertura Mitoc y bobina de apertura adicional para protección térmica, s.p.a.t, captadores de intensidad, relé VIP 40 para prot. Indir. Y enclavamientos instalados.	4	12.037,00 €	48.148,00 €
I.1.7	Ud.	CABINA DE MEDIDA Schneider Electric gama SM6, modelo GBCD, referencia SGBCD3316, equipada con tres	1	7.593,00 €	7.593,00 €



transformadores de intensidad y tres de tensión
según características detalladas en memoria.

	Ud.	I.1	1	91.000,00 €	91.000,00 €
I.2		TRANSFORMADORES	1	76.899,00 €	76.899,00 €
I.2.1	Ud.	Transformador trifásico reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, de Schneider Electric (según norma UNE 21538). Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Potencia nominal: 630kVA. Relación: 15/042kV. Tensión secundaria vacío: 420V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/- 2,5%, +/- 5%.grupo conexión: Dyn11. Referencia JLJ3SE0630FZ.	1	18.245,00 €	18.245,00 €
I.2.2	Ud.	Transformador trifásico reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, de Schneider Electric (según norma UNE 21538). Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Potencia nominal: 800kVA. Relación: 15/042kV. Tensión secundaria vacío: 420V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/- 2,5%, +/- 5%.grupo conexión: Dyn11. Referencia JLJ3SE0800FZ.	2	20.165,00 €	40.330,00 €
I.2.3	Ud.	JUEGO DE PUENTES III Cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20kV, de 95mm ² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	3	1.019,00 €	3.057,00 €
I.2.4	Ud.	JUEGO DE PUENTES DE CABLES BT Cables unipolares de aislamiento seco 0,6/1 kV de Al, de 3x240mm ² para las fases y de 2x240mm ² para el neutro y demás características según memoria.	3	1.100,00 €	3.300,00 €
I.2.5	Ud.	EQUIPO DE SONDAS PT100 Equipo de sondas de temperatura PT100 y termómetro digital MB103 para protección térmica de transformador y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente protegidas contra sobreintensidades.	3	326,00 €	978,00€
I.2.6		EQUIPOS DE BT			
I.2.6.1	Ud.	CUADRO CONTADOR Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello, va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	1	5.325,00€	5.325,00€
I.2.7	Ud.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA			
I.2.7.1	Ud.	TIERRAS EXTERIORES	2	1.120,00 €	2.240,00€



		Tierras exteriores código 5/82 Unesa, incluyendo 8 picas de 2 m de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión.			
I.2.7.2	Ud.	TIERRAS INTERIORES	1	2.000,00 €	2.000,00 €
		Tierras interiores para para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50 mm ² de cobre desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento.			
I.2.8		VARIOS			
I.2.8.1	Ud.	Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección.	2	347,00 €	694,00 €
I.2.8.2	Ud.	Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro .	1	347,00 €	347,00 €
I.2.8.3	Ud.	Extintor de eficacia equivalente 89B	1	146,00 €	146,00 €
I.2.8.4	Ud.	Banqueta aislante para maniobrar apartamenta	1	189,00 €	189,00 €
I.2.8.5	Ud.	Placa Reglamentaria PELIGRO DE MUERTE	2	16,00 €	32,00 €
I.2.8.6	Ud.	Placa Reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS	1	16,00 €	16,00 €
		I.2	1	76.899,00 €	76.899,00 €
II		BAJA TENSIÓN	1	2.105.609,3 €	2.105.609,3 €
II.1		CUADROS ELÉCTRICOS	1	722.126,21 €	722.126,21 €
II.1.1	Ud.	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (RED)	1	172.425,55 €	172.425,55 €
		Cuadro general baja tensión (C.G.B.T.RED),con apartamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura , embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.			
II.1.2	Ud.	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (GRUPO)	1	199.033,18 €	199.033,18 €
		Cuadro general baja tensión (C.G.B.T.GRUPO),con apartamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura , embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.			
II.1.3	Ud.	CUADRO SECUNDARIO ZONAS COMUNES (GRUPO)	17	7.600 €	129.200 €
		Cuadro secundario de zonas comunes, con			



		aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura , embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos			
II.1.4	Ud.	CUADRO SECUNDARIO ASCENSORES (GRUPO) Cuadro secundario ascensores, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura , embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.	1	11.500,00 €	11.500,00 €
II.1.5	Ud.	CUADRO SECUNDARIO SÓTANOS (GRUPO) Cuadro secundario sótanos, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura , embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.	3	8005,53 €	24.015,91 €
II.1.6	Ud.	CUADRO SECUNDARIO CONSERJERÍA (RED) Cuadro secundario de conserjería, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.	1	5340,00 €	5340,00 €
II.1.7	Ud.	CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA (RED) Cuadro secundario de planta baja, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.	1	7392,02 €	7392,02 €
II.1.8	Ud.	CUADRO SECUNDARIO PLANTA 1 (RED) Cuadro secundario planta 1, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.	1	7151,44 €	7151,44 €
II.1.9	Ud.	CUADRO SECUNDARIO PLANTA 2 (RED) Cuadro secundario planta 2, con aparamenta y	1	10.578,35 €	10578,35 €



		envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.			
II.1.10	Ud.	CUADRO SECUNDARIO PLANTA TIPO (RED)	12	11.200,23 €	134.402,76 €
		Cuadro secundario de planta tipo, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.			
II.1.11	Ud.	CUADRO SECUNDARIO PLANTA 15 (RED)	1	10.145,00 €	10.145,00 €
		Cuadro secundario de planta 15, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.			
II.1.12	Ud.	CUADRO SECUNDARIO PLANTA 16 (RED)	1	5.792,00 €	5.792,00 €
		Cuadro secundario de planta 16, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.			
II.1.13	Ud.	CUADRO SECUNDARIO PLANTA 17 (RED)	1	5.150,00 €	5.150,00 €
		Cuadro secundario de planta 17, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plana con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos.			
II.1			1	722.126,21 €	722.126,21 €
II.2	LÍNEAS A SUBCUADROS		1	86.653,56 €	86.653,56 €
II.2.1	M1	LÍNEA DE 3(1X120)+(1X120)+TT(70mm²)	100	51,38 €	5.138,40 €
		Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV AS, capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 3(1x120)+(1x120)+TT(70mm ²) de sección nominal,			



		con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.			
II.2.2	M1	LÍNEA DE 3(1X120)+(1X120)+TT(70mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV (AS+), capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 3(1x120)+(1x120)+TT(70mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.	50	59,83 €	2.991,6 €
II.2.3	M1	LÍNEA DE 3(1X95)+(1X120)+TT(50mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV AS, capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 3(1X95)+(1X120)+TT(50mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.	138	41,87 €	5.778,75 €
II.2.4	M1	LÍNEA DE 3[3(1X185)]+3(1X185)+TT (185mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV AS, capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 3[3(1X185)]+3(1X185)+TT (185mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.	18	234,81 €	4.226,62 €
II.2.5	M1	LÍNEA DE 3(1X70)+(1X70)+TT (50mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV (AS+), capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 3(1X70)+(1X70)+TT (50mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.	230	39,06 €	8.984,38 €
II.2.6	M1	LÍNEA DE 4X50+TT(35mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV (AS+), capaz de	130	28,05 €	3.646,50 €



		soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X50+TT(35mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.			
II.2.7	M1	LÍNEA DE 4X35+TT(16mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV AS, capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X35+TT(16mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.	1.120	15,70 €	17.584,00 €
II.2.8	M1	LÍNEA DE 4X35+TT(16mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV (AS+), capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X35+TT(16mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.	360	19,32 €	6.955,20 €
II.2.9	M1	LÍNEA DE 4X25+TT(16mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV AS, capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X25+TT(16mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.	612	11,85 €	7.252,22 €
II.2.10	M1	LÍNEA DE 4X25+TT(16mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV (AS+), capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X25+TT(16mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.	330	14,81 €	4.888,12 €
II.2.11	M1	LÍNEA DE 4X16+TT(16mm²) Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV AS, capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X16+TT(16mm ²) de	70	8,29 €	580,12 €



		sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.			
II.2.12	M1	LÍNEA DE 4X16+TT(16mm²)	1.142	10,62 €	12.133,75 €
		Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV (AS+), capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X16+TT(16mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado.			
II.2.13	M1	LÍNEA DE 4X10+TT(10mm²)	62	6,25 €	387,50 €
		Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV AS, capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X10+TT(10mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado			
II.2.14	M1	LÍNEA DE 4X10+TT(10mm²)	443	7,57 €	3.355,75 €
		Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV (AS+), capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X10+TT(10mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado			
II.2.15	M1	LÍNEA DE 4X6+TT(6mm²)	542	5,10 €	2.750,65 €
		Línea de alimentación entre cuadros, a realizar mediante conductores de cobre, marca GRUPO GENERAL CABLE, tipo RZ1 0,6/1 kV (AS+), capaz de soportar hasta 400°C durante 2 horas, realizado según norma UNE 20431, de 4X6+TT(6mm ²) de sección nominal, con cubierta tipo libre de halógenos, incluso montaje y conexionado			
II.2			1	86.653,56 €	86.653,56 €
II.3	CANALIZACIÓN DE DISTRIBUCIÓN		1	55.720,93 €	55.720,93 €
II.3.1	M1	BANDEJA TIPO REJILLA 300X60	3417	10,87 €	37.159,88 €
		Suministro e instalación de bandeja tipo rejilla REJIBAN de 300x60 para distribución eléctrica por falso suelo, incluso cable de Cu desnudo de 35mm ² de sección para puesta a tierra, p.p de elementos de anclaje, sujeciones, derivaciones, separaciones,			



		elementos de reducción, cambios de dirección y montaje.			
II.3.2	M1	BANDEJA DE CHAPA PERFORADA CON TAPA 200X60	606	16,50 €	9.999,09 €
		Suministro e instalación de bandeja metálica perforada de 200x60. De la marca PENSA con tapa, para conducción de cable, con p.p de uniones, codos, curvas y sujeciones a pared o techo. Totalmente montada e instalada sobre estructura auxiliar.			
II.3.3	M1	TUBO COARRUGADO M-20	6.834	1,06 €	7.244,04 €
		Suministro e instalación de canalización realizada mediante tubo coarrugado forrado M20, incluso accesorios de fijación, aniones y soportes especiales.			
II.3.4	M1	TUBO COARRUGADO M-25	840	1,57 €	1.318,80 €
		Suministro e instalación de canalización realizada mediante tubo coarrugado forrado M25, incluso accesorios de fijación, aniones y soportes especiales.			
II.3			1	55.720,93 €	55.720,93 €
II.4			1	74.192,78 €	74.192,78 €
II.4.1	M1	CIRCUITO RZ1-K 0,6/1 Kv 2X2,5+TT	31.192	2,33 €	72.677,36 €
		Suministro e instalación de cableados para formación de circuitos realizados mediante conductores multipolares, con p.p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material.			
II.4.2	M1	CIRCUITO RZ-1 0,6/1 Kv 2X4+TT	150	1,26 €	189,00 €
		Suministro e instalación de cableados para formación de circuitos realizados mediante conductores multipolares, con p.p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material.			
II.4.3	M1	CIRCUITO RZ-1 0,6/1 Kv 4X4+TT	56	2,09 €	116,82 €
		Suministro e instalación de cableados para formación de circuitos realizados mediante conductores multipolares, con p.p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material.			
II.4.4	M1	CIRCUITO RZ-1 0,6/1 Kv 6X4+TT	270	4,48 €	1.209,60 €
		Suministro e instalación de cableados para formación de circuitos realizados mediante conductores multipolares, con p.p de terminales, rotulaciones, conexiones, cajas de derivación y pequeño material.			
II.4			1	74.192,78 €	74.192,78 €
II.5			1	95.243,00 €	95.243,00 €
II.5.1	Ud.	TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16^a	950	18,50 €	17.575,00 €



		Punto de Toma de corriente 16 ^a +TT para usos varios SIMON 82, realizados con conductores de Cu. En colores normalizados, incluso parte proporcional de línea de alimentación, cajas de registro marca LEGRAND, pequeño material.			
II.5.2	Ud.	TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16^a IP55	170	13,95 €	237,50 €
		Punto de toma de corriente 16 ^a +TT para usos varios de superficie estanca, realizado con conductores de Cu. En colores normalizados, incluso parte proporcional de línea de alimentación, cajas de registro marca LEGRAND, pequeño material.			
II.5.3	Ud.	PUESTO EMPOTRADO EN FALSO SUELO	915	80,70 €	73.840,50 €
		Suministro e instalación de conjunto portamecanismos empotrado en el falso suelo de la marca CIMA/SIMON y compuesto por: -2 tomas de corriente 2P+T 16 A para red -2 tomas de corriente 2P+T 16 A para SAI -2 conectores RJ-45 para voz y datos			
II.5.4	Ud.	PUESTO AUDIOVISUALES	30	48,90 €	1.467,00 €
		Suministro e instalación de puesto de trabajo superficial o empotrado de audiovisuales equipado con: -2 tomas de corriente 2P+T 16 A tipo schuko, blanca -4 tomas de datos RJ-45 -1 toma VGA -1 toma RCA(Audio L-Audio R-Video)			
II.5.5	Ud.	CONEXIÓN RACK	22	96,50 €	2.123,00 €
		Conjuntos estancos de adosar, de GEWISS, montaje especial, formadas por 1toma de corriente 2P+T-32 A roja Cetact y una toma schuko 2P+T 16 A azul, rotulaciones y demás elementos			
		II.5	1	95.243,00 €	95.243,00 €
II.6		ALUMBRADO Y EMERGENCIA	1	719.461,60 €	719.461,60 €
II.6.1	Ud.	INTERRUPTOR	170	13,45 €	2.286,84 €
		Suministro e instalación de interruptor sencillo SIMON serie 75; p.p de caja de mecanismos, accesorios, conexionado, fijación y pequeño material			
II.6.2	ud	INTERRUPTOR ESTANCO	120	13,92 €	1.670,04 €
		Suministro e instalación de interruptor estanco SIMON serie 44; p.p de caja de mecanismos, accesorios de conexionado, fijación y pequeño material			



II.6.3	Ud.	CONMUTADOR	75	14,64 €	1098,00 €
		Suministro e instalación de conmutador sencillo SIMON serie 75; p.p de caja de mecanismos, accesorios de conexionado, fijación y pequeño material			
II.6.4	Ud.	CONMUTADOR ESTANCO	15	16,49 €	247,31 €
		Suministro en instalación de conmutador estanco SIMON serie 44; p.p. de caja de mecanismos, accesorios de conexionado, fijación y pequeño material			
II.6.5	Ud.	DETECTOR DE PRESENCIA	371	76,49 €	28.377,05 €
		Suministro e instalación de detector de presencia ½ para montaje en techo o empotrado modelo DMTEC 000, incluido pequeño material de montaje.			
II.6.6	Ud.	CREACION DE ENCENDIDOS	751	12,10 €	9.087,10 €
		Cableados y canalizaciones necesarias para creación de nuevos encendidos en despachos y zonas diáfanas			
II.6.7	Ud.	CAJAS DE REGISTRO	1.900	3,60 €	6.840,00€
II.6.8	Ud.	PUNTOS DE LUZ	2.638	9,90 €	26.116,20€
		Cajas de registro y derivación, tipo solera con bornas de conexión y con p.p. de fijaciones, boquillas de PVC, rotulaciones y demás accesorios			
II.6.9	Ud.	LUMINARIA EMPOTRADA 2X25W	389	312,8 €	121.679,20 €
		Suministro e instalación de luminaria empotrable de PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH, microóptica de máxima eficiencia fabricada en aluminio de muy alta calidad y muy alta reflectancia (98%) disponible en alto brillo (C) y semibrillo (D)			
II.6.10	Ud.	LUMINARIA EMPOTRADA 2X25W EMERGENCIA	350	397,90 €	139.265,00 €
		Suministro e instalación de luminaria empotrable de PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH. Incluye batería que permite funcionar como luminaria de emergencia en caso de corte del suministro eléctrico, microóptica de máxima eficiencia fabricada en aluminio de muy alta calidad y muy alta reflectancia (98%) disponible en alto brillo (c) y semibrillo (D)			
II.6.11	Ud.	LUMINARIA EMPOTRADA 2X25W AUTORREGULABLES	150	369,15 €	55.372,50 €
		Suministro e instalación de luminaria empotrable de PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH autorregulables, microóptica de máxima eficiencia fabricada en aluminio de muy alta calidad y muy alta			



		reflectancia (98%) disponible en alto brillo (c) y semibrillo (D)			
II.6.12	Ud.	LUMINARIA EMPOTRADA 3X14 W	277	312,8 €	86.645,60 €
		Suministro e instalación de luminaria empotrable de PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH, microóptica de máxima eficiencia fabricada en aluminio de muy alta calidad y muy alta reflectancia (98%) disponible en alto brillo (c) y semibrillo (D)			
II.6.13	Ud.	LUMINARIA EMPOTRADA 3X14W EMERGENCIA.	55	397,90 €	21.884,50 €
		Suministro e instalación de luminaria empotrable de PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH. Incluye batería que permite funcionar como luminaria de emergencia en caso de corte de suministro eléctrico. Microóptica de máxima eficiencia fabricada en aluminio de muy alta calidad y muy alta reflectancia (98%) disponible en alto brillo (c) y semibrillo (D)			
II.6.14	Ud.	LUMINARIA EMPOTRADA 4X14W	3	361,10 €	1.083,30 €
		Suministro e instalación de luminaria empotrable de PHILIPS TBS460 4XTL5-14W D8-VH,microoptica de máxima eficiencia, fabricada en aluminio de muy alta calidad y muy alta reflectancia (98%) disponible en alto brillo (c) y semibrillo (D)			
II.6.15	Ud.	LUMINARIA EMPOTRADA 4X14W EMERGENCIA	1	507,15 €	507,15 €
		Suministro e instalación de luminaria empotrable de PHILIPS TBS460 4XTL5-14W D8-VH, microóptica de máxima eficiencia fabricado en aluminio de muy alta calidad y muy alta reflectancia (98%) disponible en alto brillo (L) y semibrillo. Incluye batería que permite funcionar como luminaria de emergencia en caso de corte del suministro eléctrico			
II.6.16	Ud.	LUMINARIA EMPOTRADA 1X32W	2	276,00 €	552,00 €
		Suministro e instalación de luminaria empotrable de PHILIPS TBS460 1XTL5-32W HFP-C8, Alto brillo ©, óptica 3D con microlamas de muy alta eficiencia			
II.6.17	Ud.	LUMINARIA EMPOTRADA 1X54W	2	287,15 €	575,00 €
		Suministro e instalación de luminaria empotrable de PHILIPS TBS460 1XTL5-54W HFP-C8, Alto brillo ©, óptica 3D con microlamas de muy alta eficiencia.			
II.6.18	Ud.	LUMINARIA SUPERFICIAL 2X28W	13	51,75 €	672,15 €
		Suministro e instalación de luminaria superficial de PHILIPS modelo TCW 060 2XTLD 28W HF. Incluso lámparas y accesorios. Totalmente instalada			



II.6.19	Ud.	LUMINARIA SUPERFICIAL 2X36W	345	49,45 €	17.060,25 €
		Suministro e instalación de luminaria superficial de PHILIPS modelo TCW060 2XTLD 36W HF. Incluso lámparas y accesorios. Totalmente instalada			
II.6.20	Ud.	LUMINARIA EN SUPERFICIE 3X54W	2	971,75 €	1.943,50 €
		Suministro e instalación de luminaria en suspensión simple de PHILIPS modelo SAVIO TP5770 3X54W/827/865 HFD AC-MLO, con tecnología óptica de microprismas			
II.6.21	Ud.	DOWNLIGHT EMPOTRADO 2X18W	76	71,3 €	5.418,80 €
		Suministro e instalación de downlight empotrable de PHILIPS modelo LATINA FS H024 2XPL-18W HFP D6, con óptica OLC para máximo rendimiento. Incluso lámparas y accesorios			
II.6.22	Ud.	DONWNLIGHT EMPOTRADO	470	287,50 €	135.125,00 €
		Suministro e instalación de downlight empotrable de PHILIPS modelo BB5160 D225 1XRDL. Incluso lámparas y accesorios.			
II.6.23	Ud.	DOWNLIGHT EMPOTRADO	190	138,00 €	26.220,00 €
		Suministro e instalación de downlight empotrado de PHILIPS modelo ZADORA LED orientable BB6463. LED 40-7W 2700-GUIO. Incluso lámparas y accesorios			
II.6.24	Ud.	LUMINARIA EN SUSPENSION 1X60W	4	541,65 €	2.166,60 €
		Suministro e instalación de luminaria suspendida de PHILIPS modelo ROTARIS TPS740 1XTL5 C60W HFP.			
II.6.25	Ud.	APARATO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	191	47,71 €	9.113,28 €
		Suministro e instalación de aparato autónomo de emergencia de 100 lúmenes, con cerco para empotrar en falso techo o equipado para montaje superficial tipo LEGRAND 61702			
II.6.26	Ud.	APARATO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA ESTANCO	118	156,4 €	18.455,20 €
		Suministro e instalación de aparato autónomo de emergencia estanco de 100 lúmenes, con cerco para empotrar en falso techo o equipado para montaje en superficial tipo LEGRAND 662521			
II.6			1	719.461,60 €	719.461,60 €
II.7	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA		1	177.852,50 €	177.852,50 €
II.7.1	Ud.	SAI 5KVA Y BATERIAS	1	2.677,50 €	2.677,50 €
		Sistema de alimentación ininterrumpida para instalación informática, marca SINERGIA 5kVA, con batería de acumuladores para autonomía de 10 minutos. Incluye transporte completo, puesta en			



		marcha y documentación técnica.			
II.7.2	Ud.	SAI 7,5-10KVAY BATERIAS	1	5.775,00 €	5.775,00 €
		Sistema de alimentación ininterrumpida para instalación informática, marca SINERGIA 7,5kVA, con batería de acumuladores para autonomía de 10 minutos. Incluye transporte completo, puesta en marcha y documentación técnica.			
II.7.3	Ud.	SAI 20KVA Y BATERIAS	4	6.650, €	26.600,00 €
		Sistema de alimentación ininterrumpida para instalación informática, marca SINERGIA 20kVA, con batería de acumuladores para autonomía de 10 minutos. Incluye transporte completo, puesta en marcha y documentación técnica.			
II.7.4	Ud.	SAI 40KVA Y BATERIAS	12	11.900,00 €	142.800,00 €
		Sistema de alimentación ininterrumpida para instalación informática, marca SINERGIA 40kVA, con batería de acumuladores para autonomía de 10 minutos. Incluye transporte completo, puesta en marcha y documentación técnica.			
	II.7		1	177.852,50 €	177.852,50 €
II.8		SUMINISTRO DE EMERGENCIA	1	174.358,81 €	174.358,81 €
II.8.1		GRUPO ELECTRÓGENO	1	174.358,81 €	174.358,81 €
		Suministro e instalación de Grupo electrógeno con motor CUMMINS, refrigerado por agua. Arranque, alternador, carga de baterías 24 DC. Alternador principal MECC-ALTE. Acoplamiento SAE motor-alternador, aisladores de vibración entre motor y chasis, chasis de acero laminado electro soldado, depósito registrable de acero, control BE-ONE, silenciador de 10 dB instalado			
	II.8		1	174.358,81 €	174.358,81 €
III		PARARRAYOS	1	7.840,96 €	7.840,96 €
III.1		PARARRAYOS	1	7.840,96 €	7.840,96 €
		Suministro e instalación de pararrayos Nimbus CPT-2 con sistema de cebado electrónico, con materiales en acero inoxidable AISI 316 (doble capa). Formado por un bloque energético encapsulado con una protección exterior metálica, un controlador de carga, un amplificador que emite impulsos de alta frecuencia y una punta captadora.			
		Compuesto por:			



- Pieza de adaptación a mástil (1pieza)
- Juego de anclajes placa tornillos metálicos de 15 cm.
(2piezas)
- Mástil de 6m de hierro galvanizado (2 tramos de 3 m.)
- 195 m de cable trenzado de cobre electrolítico desnudo de 50 mm²
- Soporte M-8 bronce con tirafondo para cables de 50 mm² y 70mm² (342 Unidades)
- Tubo de protección bajante de 3m de hierro galvanizado (2piezas)
- Arqueta de registro cuadrada de polipropileno 300x300 mm con regleta equipotencial incluida y 3 terminales brida (2piezas)
- Electrodos de cobre de 300 micras 2000x14 mm (6 piezas)
- Grapa abarcón latón conexión jabalina (6piezas)
- Lowpat liquido compuesto activador perdurable para tomas de tierra (2 unidades)
- Contador de impactos de rayos, según norma UNE-21186.

III	1	7840,96 €	7.840,96 €
TOTAL PRESUPUESTO	1	2.281.458,3 €	2.281.458,3 €



CONCLUSIONES



Se puede afirmar, una vez finalizado el proyecto, que los resultados obtenidos, cálculos y presupuesto cumplen los objetivos marcados al principio del proyecto:

- * La intensidad admisible por el cable es superior a la demandada.
- * La caída de tensión desde el cuadro general es inferior al 3%.
- * La sección del cable está normalizada.
- * La instalación tiene línea de tierra.
- * La sección de tierra es acorde a la fase y al neutro asociado.
- * Los cables entran en el interior del tubo asignado
- * La intensidad de los PIA es superior a la demandada e inferior a la máxima que soporta el cable.
- * El poder de corte a cortocircuito de los PIA y/o magnetotérmico es mayor que la intensidad de cortocircuito de la línea.
- * No existe ningún PIA y/o magnetotérmico aguas abajo de mayor intensidad que otro de aguas arriba.
- * Las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas son acordes a las del cable por lo que la protección se disparará antes de que se deteriore el mismo.
- * Existe protección contra contactos indirectos aguas arriba.



BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA EMPLEADA Y REFERENCIAS:

-REGLAMENTOS Y NORMAS:

- R.E.B.T. Reglamento electrotécnico de baja tensión, Agosto 2002.
- R.L.A.T. Reglamento de líneas de alta tensión 2008.
- C.T.E. Código técnico de la edificación.
- UNESA: Guía técnica sobre cálculo, diseño y medida de instalaciones de Puesta a tierra en redes de distribución, 1985

-LIBROS Y MANUALES

- “Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas”. J.C. Toledano Gasca.
- Manual teórico-práctico. Instalaciones en Baja Tensión. Grupo Schneider.
- Coordinación de la aparamenta y filiación. Grupo Schneider.

-CATÁLOGOS DE FABRICANTES

- Catálogo de aparamenta y cofrets modulares. Schneider
- Catálogo de aparamenta en Baja tensión, Potencia. Schneider
- Catálogo de centros de transformación. Schneider
- Catálogo general luminarias. PHILIPS

-PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS

- Autocad 2012
- Dialux 4.11.
- Presto 8.8.



- Siscet 7
- Rapsody 1.6



REFERENCIAS

- [1] Figura 3 Esquema de Centro de Transformación y seccionamiento. Diagrama unifilar obtenido con el programa Siscet 7.
- [2] Figura 4 Selectividad total entre 2 niveles. Manual teórico-práctico Schneider Instalación de Baja Tensión Volumen 2 Letra G; Fecha primera edición Octubre 2003
- [3] Figura 5 Tabla de intensidades máximas admisibles. R.E.B.T. en su instrucción ITC-BT 19 tabla 1; 2 agosto 2002
- [4] Figura 6 Solución *ActiLume*. Catálogo *Philips* de sistemas de control
- [5] Figura 7 Control de encendido de pasillos. PFC de Joaquín García Bleda; UC3M, Diciembre 2010.
- [6] Figura 9 Coeficiente C1, cálculo de pararrayos. PFC Protección contra el rayo de Jorge Giro Ullate; Escuela Universitaria I.T.I. Zaragoza; Noviembre 2010.
- [7] Figura 10 Mapa de densidad de impactos de rayos sobre el suelo. PFC Protección contra el rayo de Jorge Giro Ullate; Escuela Universitaria I.T.I. Zaragoza; Noviembre 2010.
- [8] Figura 11 Coeficiente C2, cálculo de pararrayos. PFC Protección contra el rayo de Jorge Giro Ullate; Escuela Universitaria I.T.I. Zaragoza; Noviembre 2010.
- [9] Figura 12 Coeficiente C3, cálculo de pararrayos. PFC Protección contra el rayo de Jorge Giro Ullate; Escuela Universitaria I.T.I. Zaragoza; Noviembre 2010.
- [10] Figura 13 Coeficiente C3, cálculo de pararrayos. PFC Protección contra el rayo de Jorge Giro Ullate; Escuela Universitaria I.T.I. Zaragoza; Noviembre 2010.
- [11] Figura 14 Coeficiente C4, cálculo de pararrayos. PFC Protección contra el rayo de Jorge Giro Ullate; Escuela Universitaria I.T.I. Zaragoza; Noviembre 2010.
- [12] Figura 15 Componentes de la instalación, cálculo de pararrayos. PFC Protección contra el rayo de Jorge Giro Ullate; Escuela Universitaria I.T.I. Zaragoza; Noviembre 2010.
- [13] Figura 16 VEEI límites. Normativa CTE en su sección HE3
- [14] Figura 18 Pliego de Condiciones Técnicas particulares para Baja Tensión.
www.bibing.es
- [15] Figura 19 Pliego de Condiciones Técnicas particulares para Baja Tensión.
www.bibing.es

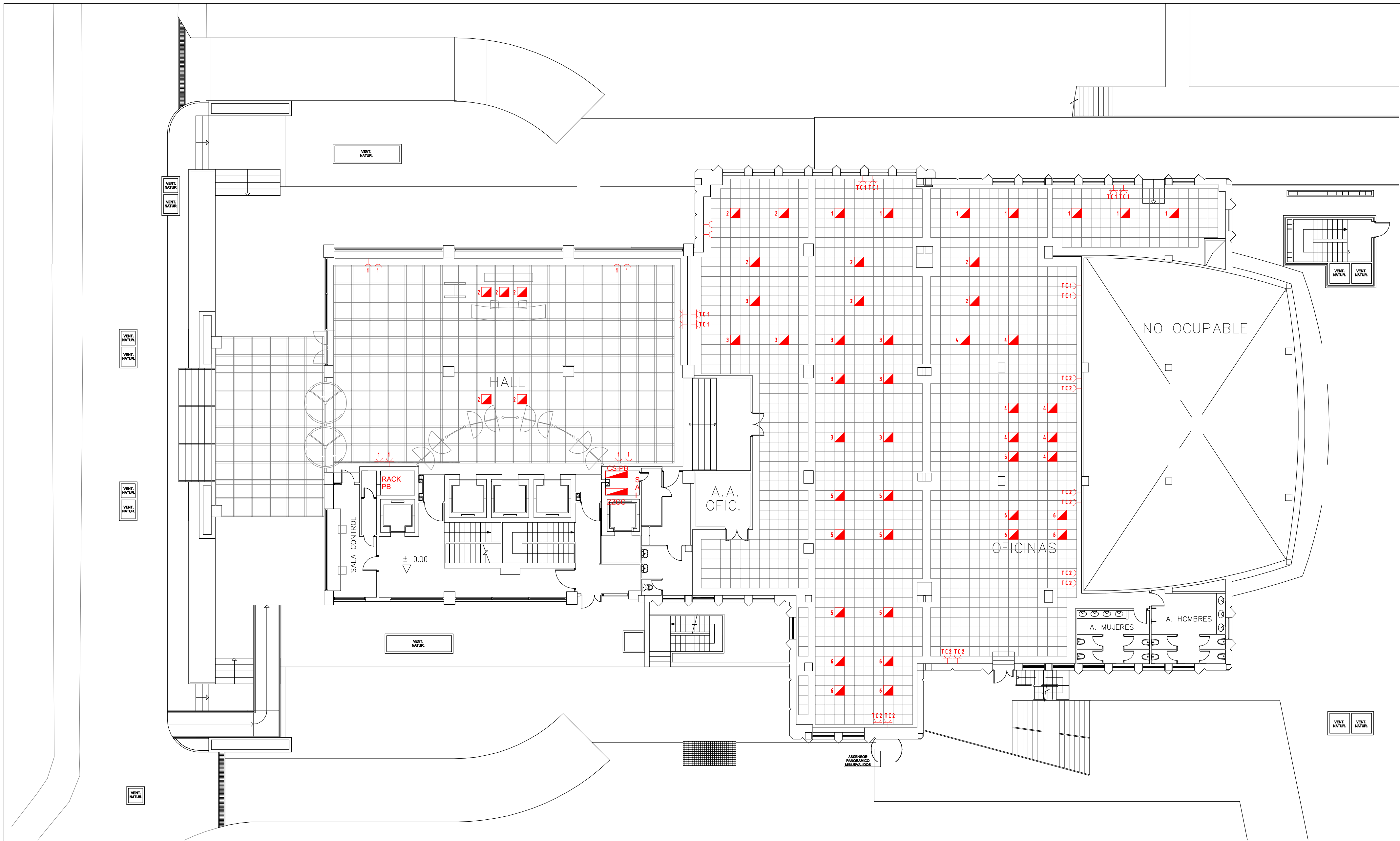


- [16] Figura 20 Pliego de Condiciones Técnicas particulares para Baja Tensión.
www.bibing.es
- [17] Figura 21 Pliego de Condiciones Técnicas particulares para Baja Tensión.
www.bibing.es
- [18] Figura 22 Pliego de Condiciones Técnicas particulares para Baja Tensión.
www.bibing.es
- [19] Figura 23 Pliego de Condiciones Técnicas particulares para Baja Tensión.
www.bibing.es
- [20] Figura 24 Tabla de consumo del conjunto balasto-lámpara. Guía CELMA, Anexo C: Requisitos de balastos.







PLANOS

E. N.º	ALUMNO:	
	BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	
	PROPIEDAD:	
	UNIVERSIDAD CARLOS III	
SITUACIÓN:		
PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
Nº PLANO:	PLANO:	
1.2		ALUMBRADO P. SÓTAN
ESCALA:	1:150000	FECHA:
	11/12/2012	

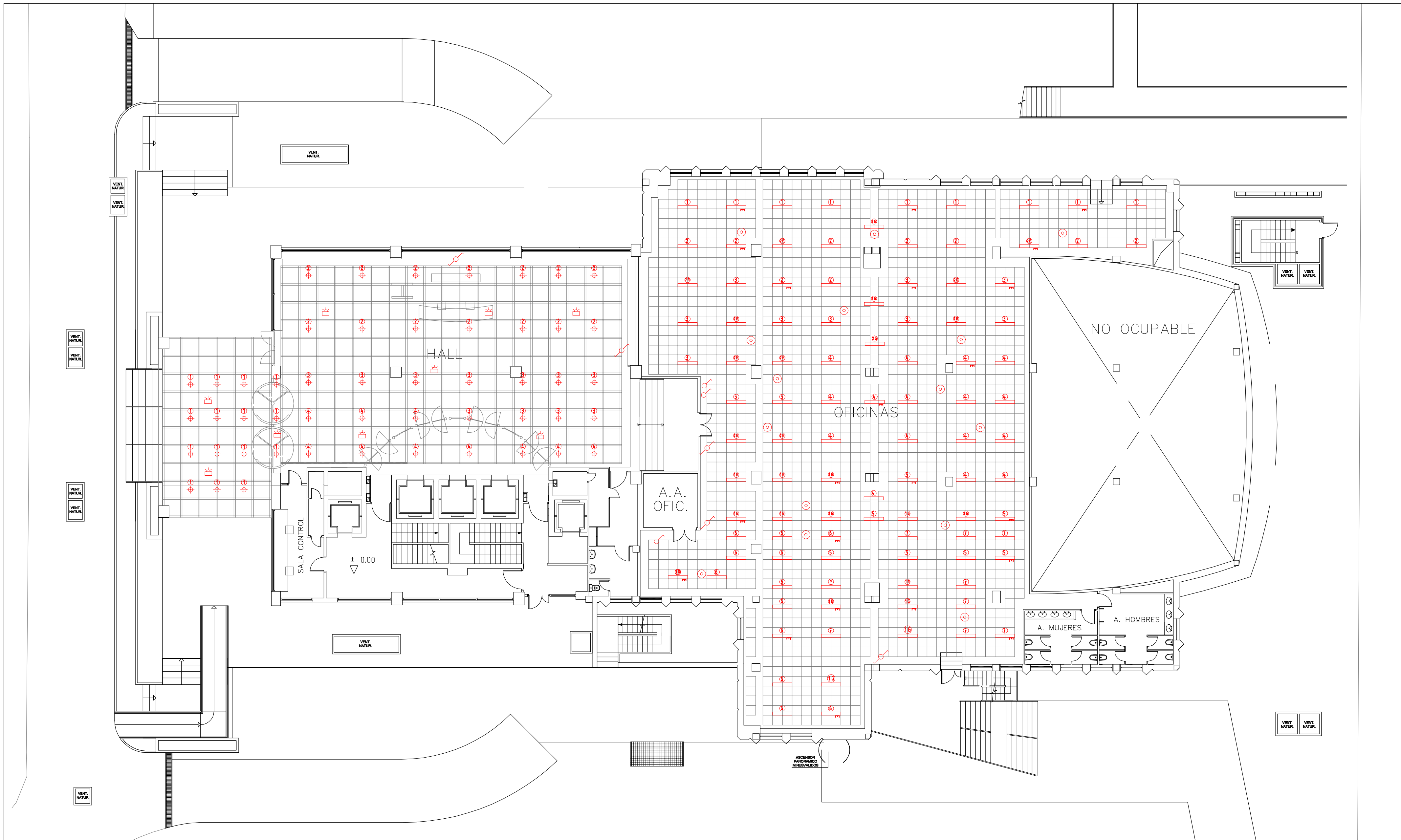


LEYENDA DE FUERZA:

-  PTOS DE TRABAJO
- 2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (RED)
- 2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (SAI)
- VOZ Y DATOS
-  TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A
-  TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A (ESTANCO)

-  CONJUNTO AUDIOVISUALES EMPOTRADO EN PARED EQUIPADO CON:
- 1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A BLANCA
- 1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A ROJA
- 2 PUNTOS DE DATOS CAT6
- 1 TOMA VGA
- 1 TOMA RCA (L/R/V)

 UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
	PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
	SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
	Nº PLANO:	PLANO:	
	2.1 FUERZA PLANTA BAJA		
ESCALA:	1/150@A2	FECHA:	JULIO/2013
			PFC



LEYENDA DE ALUMBRADO:

- PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH
- PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA
- PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH
- PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA
- PHILIPS TBS460 4XTL5-14W HFP D8-VH

- PHILIPS TBS770 3XTL5/8ES/827/865 HFD AC-MLQ
- PHILIPS BBS160 D225 1XRDL2000/830
- PHILIPS BBG463 1XLED-40-2700-GU10
- PHILIPS FBH024 2XPL-C/2P18W FRG
- INTERRUPTOR SENCILLO SERIE JUNG ACERO

- CONMUTADOR SENCILLO JUNG ACERO
- DETECTOR DE PRESENCIA
- PHILIPS TCW060 2XTL-D 28W HF
- BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA ESTANCO



ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
SITUACION: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
Nº PLANO:	PLANO:	
2.2	ALUMBRADO PLANTA BAJA	
ESCALA:	FECHA:	PFC
1/150@A2	JULIO/2013	



LEYENDA DE FUERZA:

 PTOS DE TRABAJO

2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (RED)
2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (SAI)
VOZ Y DATOS

 TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A

 TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A (ESTANCO)

 CONJUNTO AUDIOVISUALES EMPOTRADO EN PARED EQUIPADO CON:

1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A BLANCA
1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A ROJA
2 PUNTOS DE DATOS CAT6
1 TOMA VGA
1 TOMA RCA (L/R/V)

 UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
	PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
	SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
	Nº PLANO:	PLANO:	
	3.1 FUERZA PLANTA 1		
ESCALA:	1/150@A2	FECHA:	JULIO/2013
			PFC



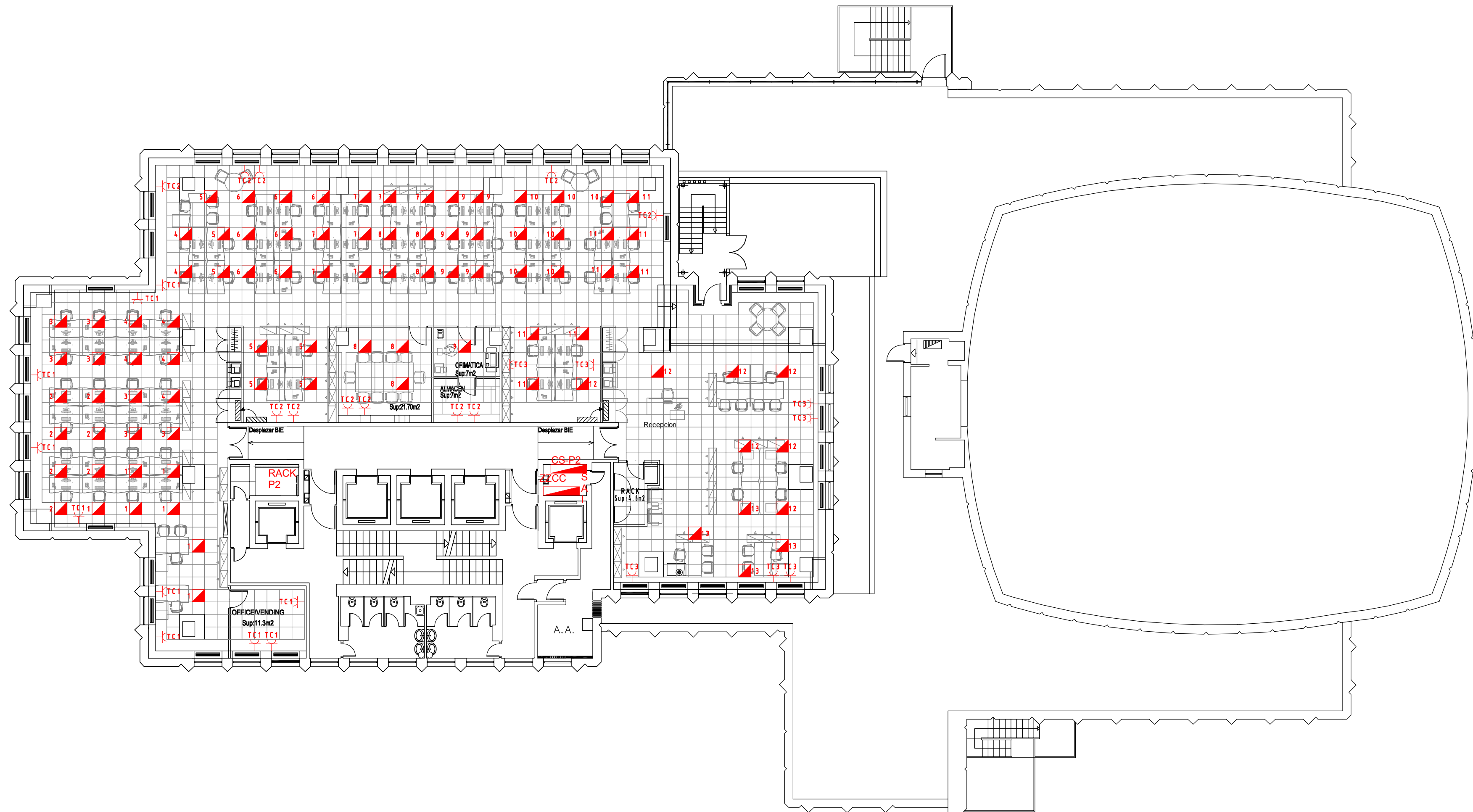
LEYENDA DE ALUMBRADO:

	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH		PHILIPS FBH024 2XPL-C/2P18W FRG
	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		INTERRUPTOR SENCILLO SERIE JUNG ACERO
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH		CONMUTADOR SENCILLO JUNG ACERO
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		DETECTOR DE PRESENCIA
	PHILIPS TBS460 4XTL5-14W HFP D8-VH		PHILIPS TCW060 2XTL-D 28W HF
	PHILIPS TBS770 3XTL5/8ES/827/865 HFD AC-MLQ		DETECTOR DE PRESENCIA
	PHILIPS BBS160 D225 1XRDL2000/830		BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA ESTANCO
	PHILIPS BBG463 1XLED-40-2700-GU10		PHILIPS TPS740 1XTLSC60W HPP (LUMINARIA EN SUSPENSIÓN)



UNIVERSIDAD
CARLOS III
DE MADRID

ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
Nº PLANO:	PLANO:	
3.2 ALUMBRADO PLANTA 1		
ESCALA:	FECHA:	PFC
1/150@A2	JULIO/2013	



LEYENDA DE FUERZA:

PTOS DE TRABAJO

2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (RED)

2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (SAI)

VOZ Y DATOS

TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A

TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A (ESTANCO)

CONJUNTO AUDIOVISUALES EMPOTRADO EN PARED EQUIPADO CON:

1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A BLANCA

1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A ROJA

2 PUNTOS DE DATOS CAT6

1 TOMA VGA

1 TOMA RCA (L/R/V)

UNIVERSIDAD
CARLOS III
DE MADRID

ALUMNO:
BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

PROPIEDAD:
UNIVERSIDAD CARLOS III

SITUACIÓN:
PASEO DE LA CASTELLANA nº 33

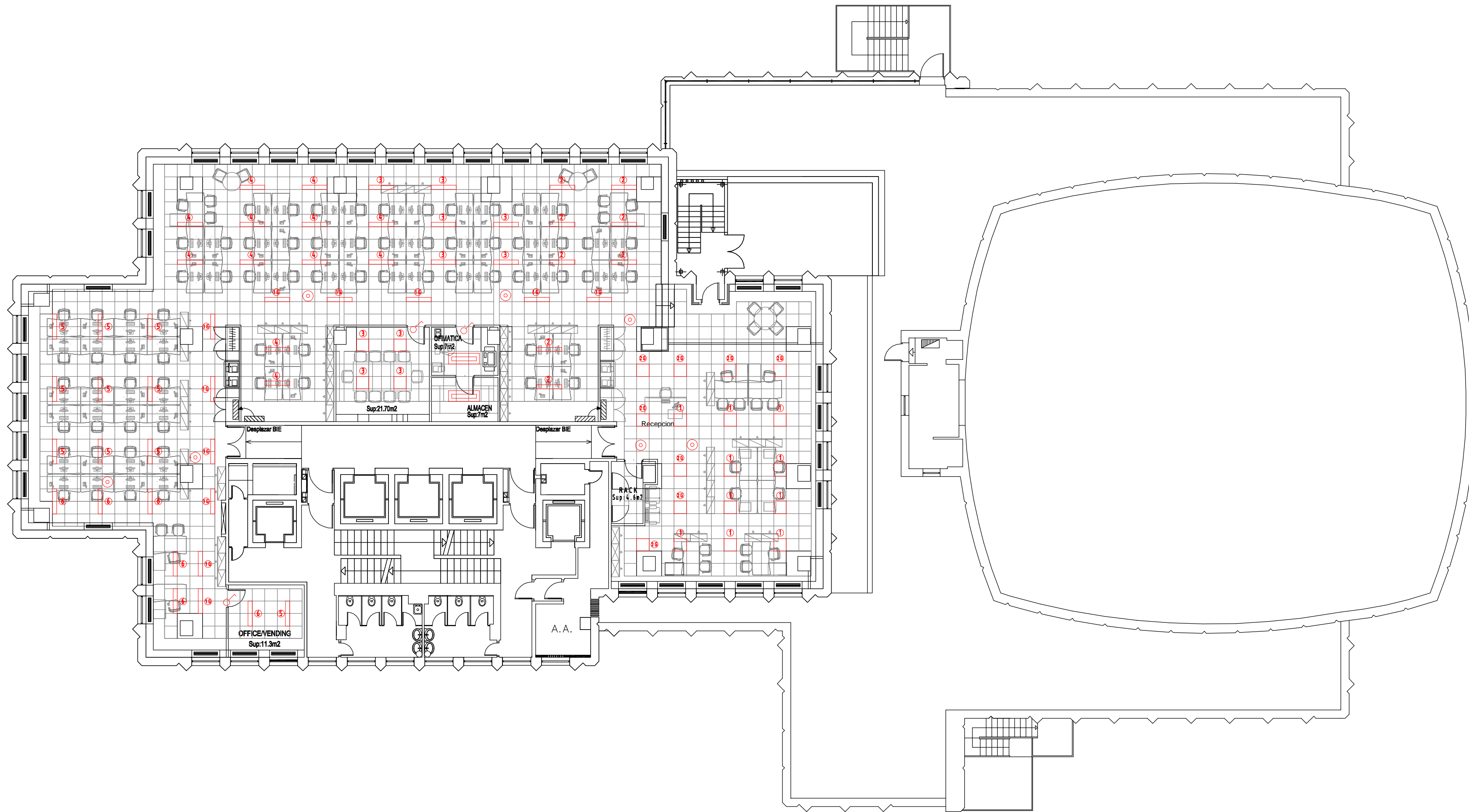
Nº PLANO: PLANO:

4.1 FUERZA PLANTA 2

ESCALA: 1/150@A2

FECHA: JULIO/2013

PFC

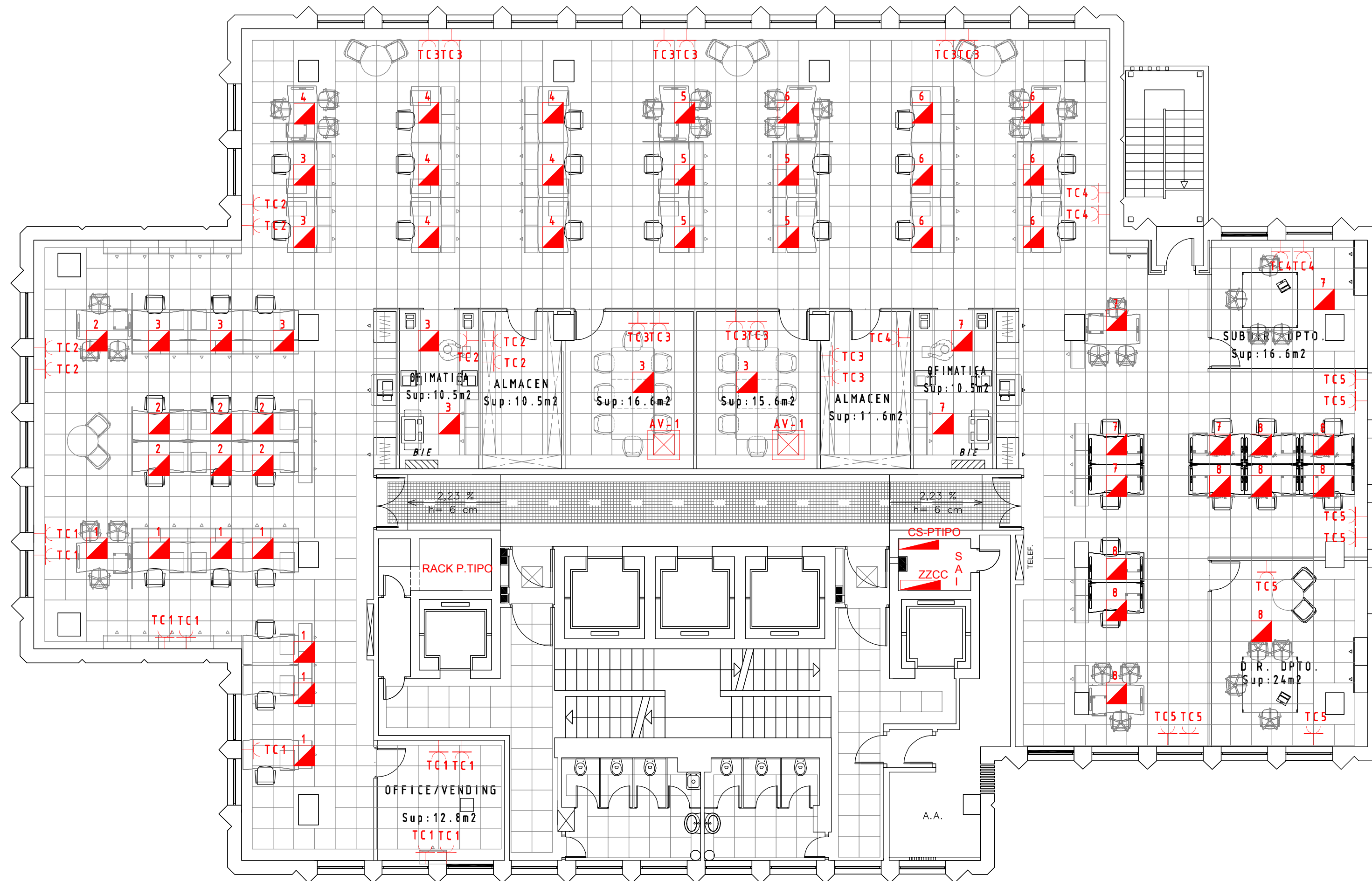


LEYENDA DE ALUMBRADO:





	PHILIPS TBS460 1XTL5-54W HFP C8-C		PHILIPS BBG463 1XLED-40-2700-GU10
	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH		PHILIPS FBH024 2XPL-C/2P18W FRG
	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		INTERRUPTOR SENCILLO SERIE JUNG ACERO
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH		CONMUTADOR SENCILLO JUNG ACERO
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		DETECTOR DE PRESENCIA
	PHILIPS TBS460 4XTL5-14W HFP D8-VH		PHILIPS TCW060 2XTL-D 28W HF
	PHILIPS TBS770 3XTL5/8ES/827/865 HFD AC-MLQ		BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA ESTANCO
	PHILIPS BBS160 D225 1XRDLM2000/830		

 UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
	PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
	SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
	Nº PLANO:	PLANO:	
	ESCALA: 1/150@A2		
FECHA: JULIO/2013			
PFC			

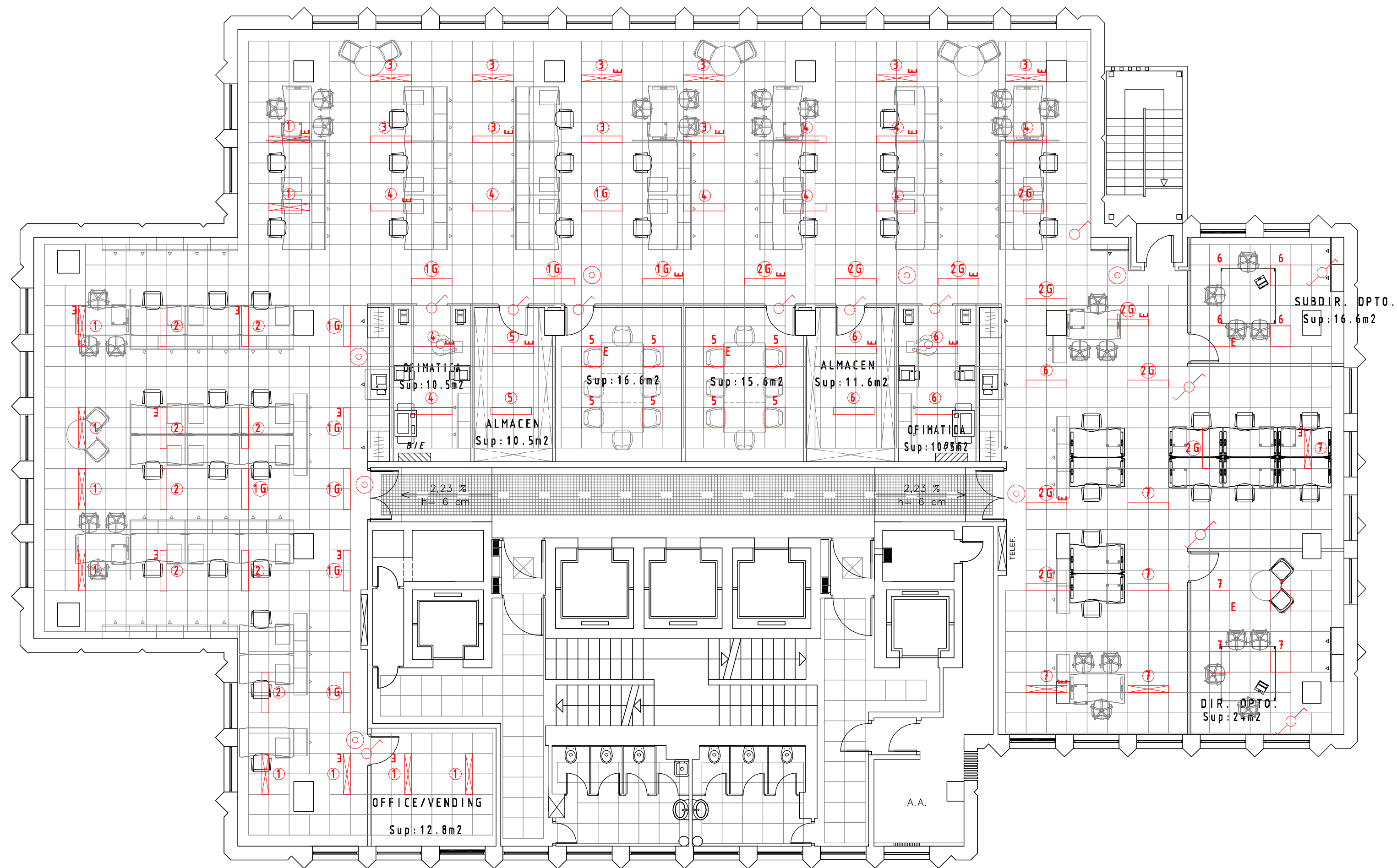
4.2 ALUMBRADO PLANTA 2



LEYENDA DE FUERZA:

-  PTOS DE TRABAJO
 - 2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (RED)
 - 2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (SAI)
 - VOZ Y DATOS
-  TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A
-  TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A (ESTANCO)
-  CONJUNTO AUDIOVISUALES EMPOTRADO EN PARED EQUIPADO CON:
 - 1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A BLANCA
 - 1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A ROJA
 - 2 PUNTOS DE DATOS CAT6
 - 1 TOMA VGA
 - 1 TOMA RCA (L/R/V)

 <p>UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID</p>	ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
	PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
	SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
	Nº PLANO:	PLANO:	
	5.1 FUERZA PLANTA TIPO		
ESCALA:	1/100@A2	FECHA:	JULIO/2013
		PFC	

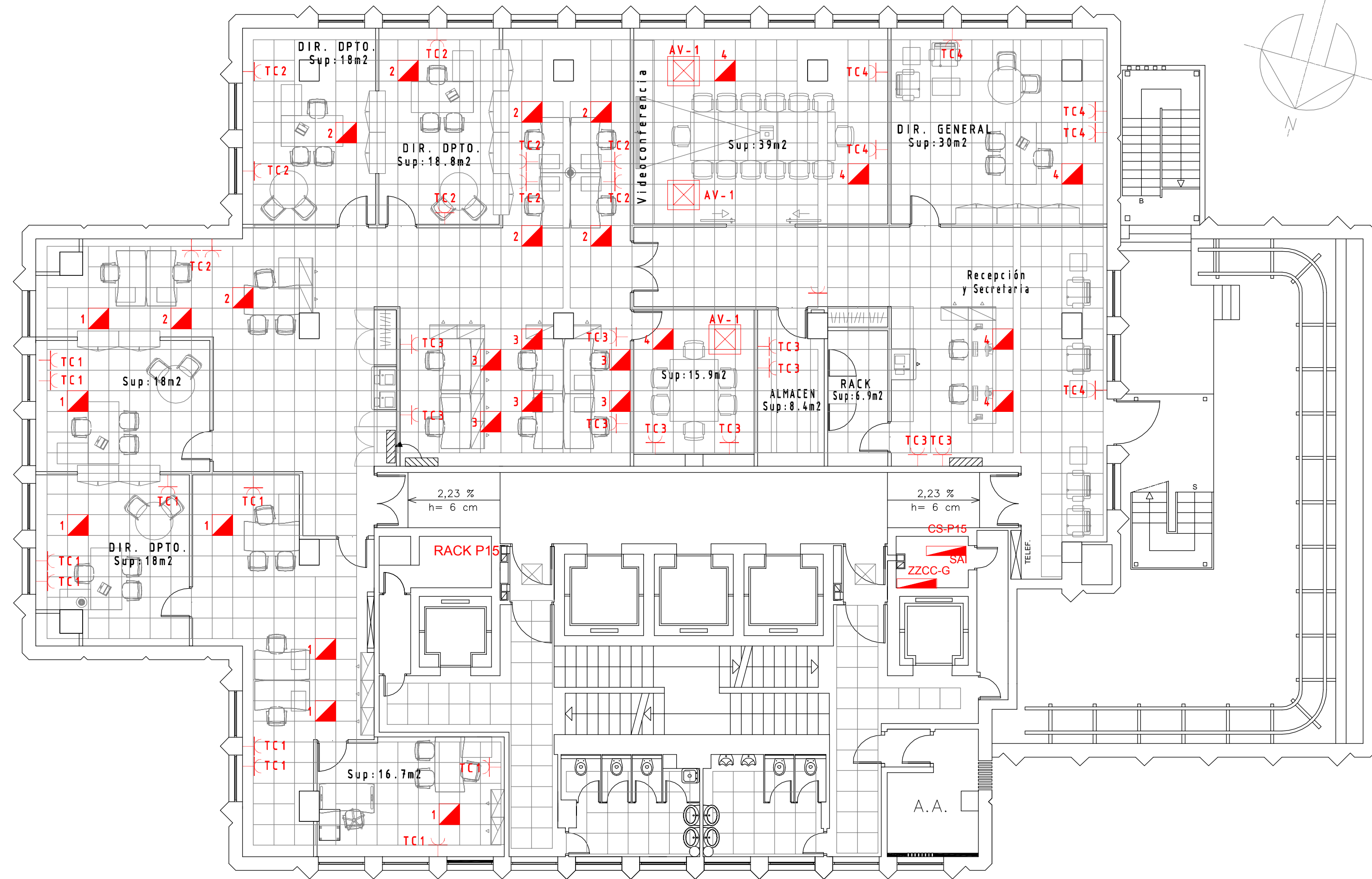


LEYENDA DE ALUMBRADO:





	PHILIPS TBS460 1XTL5-54W HFP C8-C		PHILIPS BBG463 1XLED-40-2700-GU10
	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH		PHILIPS FBH024 2XPL-C/2P18W FRG
	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		INTERRUPTOR SENCILLO SERIE JUNG ACERO
	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH AUTOREGULABLE		CONMUTADOR SENCILLO JUNG ACERO
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH		DETECTOR DE PRESENCIA
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		PHILIPS TCW060 2XTL-D 28W HF
	PHILIPS TBS460 4XTL5-14W HFP D8-VH		BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA ESTANCO
	PHILIPS TBS770 3XTL5/8ES/827/865 HFD AC-MLQ		
	PHILIPS BBS160 D225 1XR0LM2000/830		



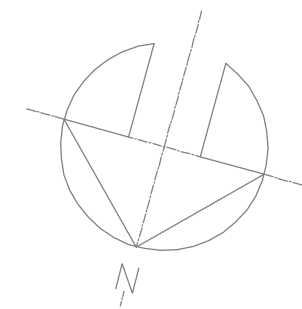
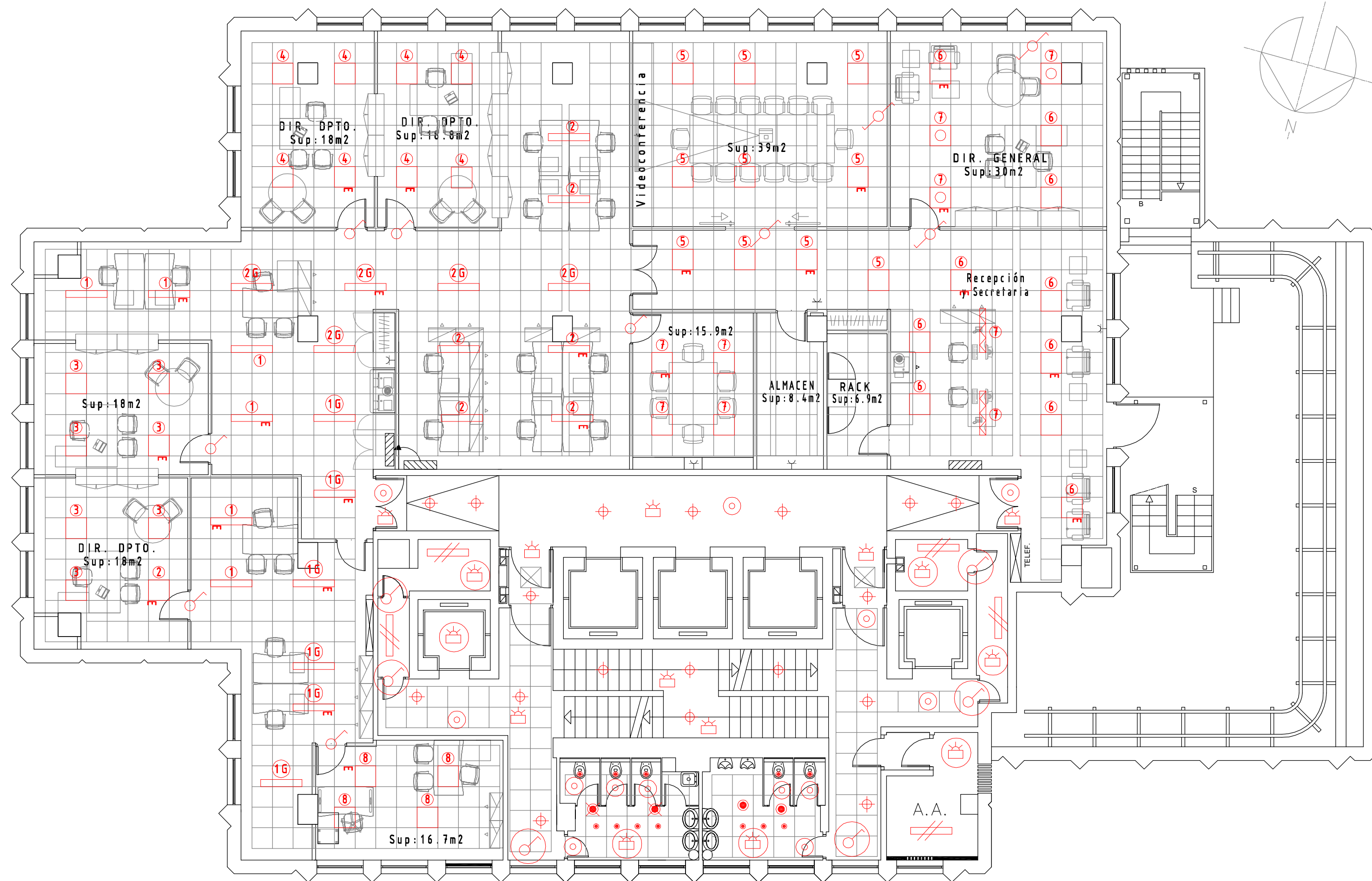
ALUMNO:	BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ
PROPIEDAD:	UNIVERSIDAD CARLOS III
SITUACIÓN:	PASEO DE LA CASTELLANA nº 33
Nº PLANO:	PLANO:
ESCALA:	1/100@A2
FECHA:	JULIO/2013
	5.2 ALUMBRADO PLANTA TIPO
	PFC



LEYENDA DE FUERZA:

-  PTOS DE TRABAJO
- 2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (RED)
- 2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (SAI)
- VOZ Y DATOS
-  TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A
-  TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A (ESTANCO)
-  CONJUNTO AUDIOVISUALES EMPOTRADO EN PARED EQUIPADO CON:
 - 1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A BLANCA
 - 1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A ROJA
 - 2 PUNTOS DE DATOS CAT6
 - 1 TOMA VGA
 - 1 TOMA RCA (L/R/V)

 UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
	PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
	SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
	Nº PLANO:	PLANO:	
	6.1 FUERZA PLANTA 15		
ESCALA: 1/100@A2		FECHA: JULIO/2013	PFC



NOTA: LOS ELEMENTOS DE LAS ZONAS COMUNES SON IDENTICOS DESDE LA PLANTA 1 HASTA LA P15

LEYENDA DE ALUMBRADO:

PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH

PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH
CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA

PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH

PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH
CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA

PHILIPS TBS460 4XTL5-14W HFP D8-VH

PHILIPS TBS770 3XTL5/8ES/827/865 HFD AC-MLQ

PHILIPS BBS160 D225 1XRDL2000/830

PHILIPS BBG463 1XLED-40-2700-GU10

PHILIPS FBH024 2XPL-C/2P18W FRG

INTERRUPTOR SENCILLO

CONMUTADOR SENCILLO

BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA ZERPER

BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA ESTANCO

PHILIPS TCW060 2XTL-D 36W HF

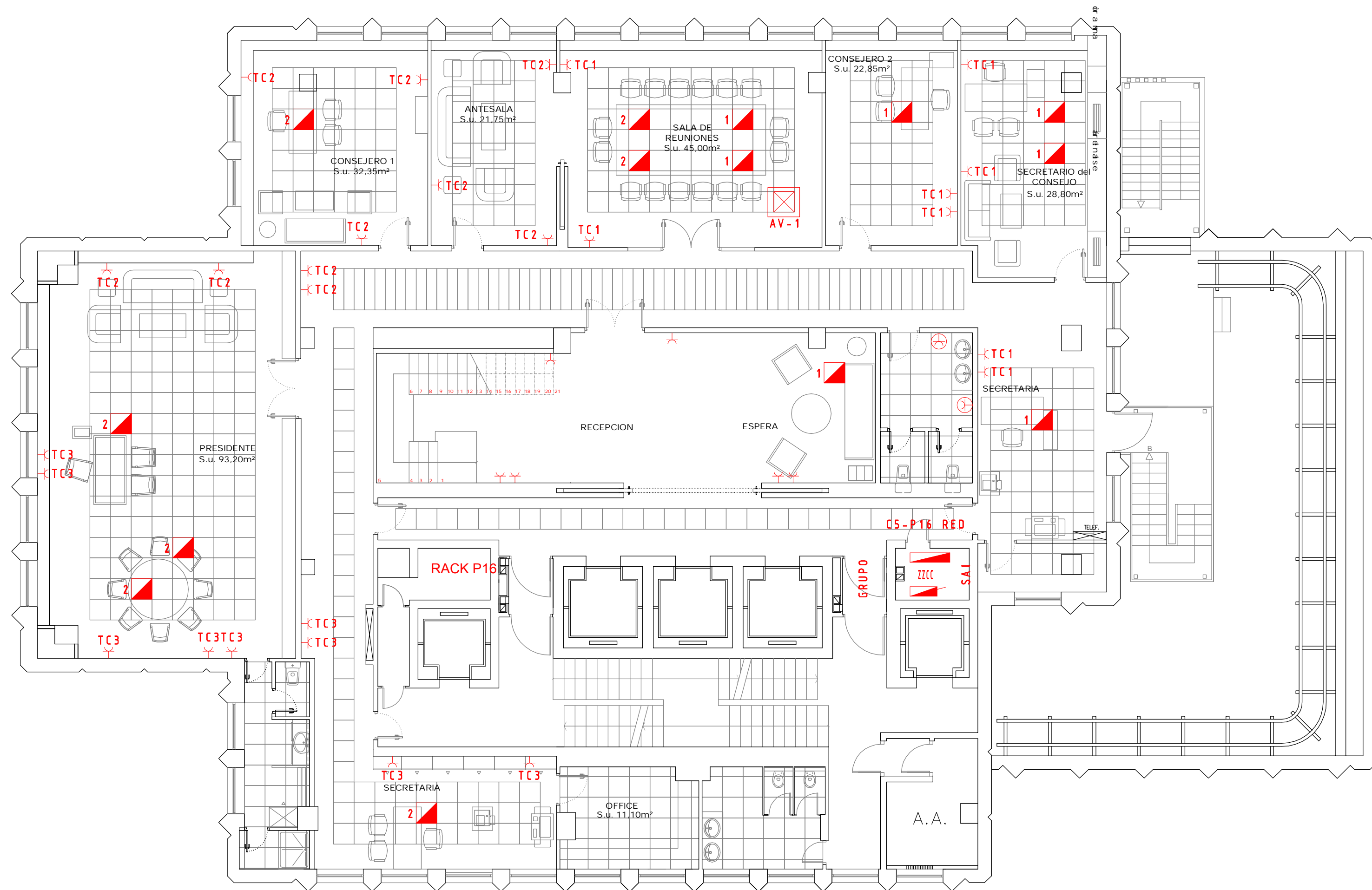
INTERRUPTOR SENCILLO

DETECTOR DE PRESENCIA



UNIVERSIDAD
CARLOS III
DE MADRID

ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	
PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III	
SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33	
Nº PLANO:	PLANO:
6.2 ALUMBRADO PLANTA 15	
ESCALA: 1/100@A2	FECHA: JULIO/2013
PFC	



LEYENDA DE FUERZA:

 PTOS DE TRABAJO

2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (RED)

2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (SAI)

VOZ Y DATOS

 TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A

 TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A (ESTANCO)

 CONJUNTO AUDIOVISUALES EMPOTRADO EN PARED EQUIPADO CON:

1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A BLANCA

1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A ROJA

2 PUNTOS DE DATOS CAT6

1 TOMA VGA

1 TOMA RCA (L/R/V)



UNIVERSIDAD
CARLOS III
DE MADRID

ALUMNO:
BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

PROPIEDAD:
UNIVERSIDAD CARLOS III

SITUACION:
PASEO DE LA CASTELLANA nº 33

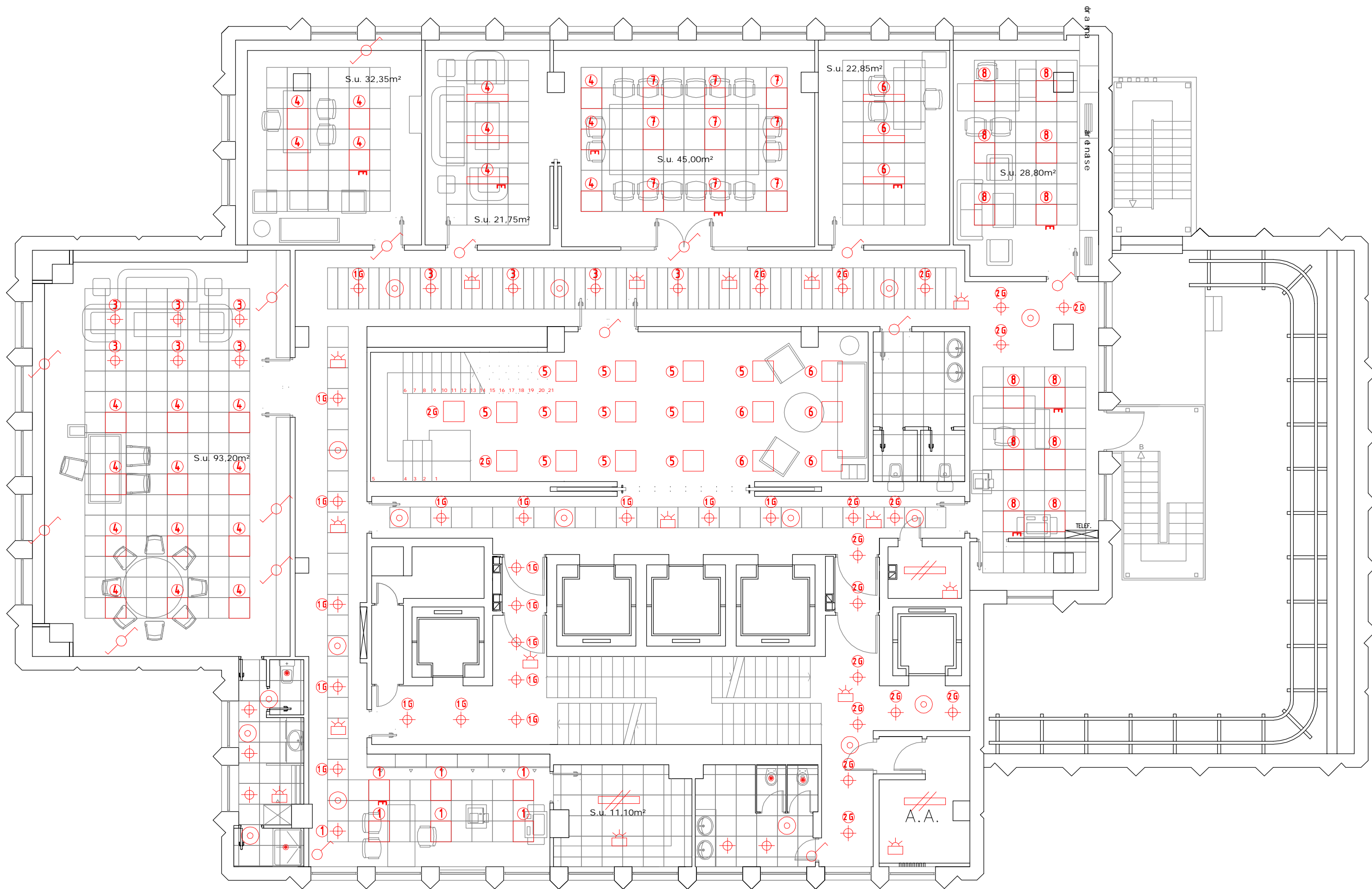
Nº PLANO: PLANO:

7.1 FUERZA PLANTA 16

ESCALA: 1/100@A2

FECHA: JULIO/2013

PFC



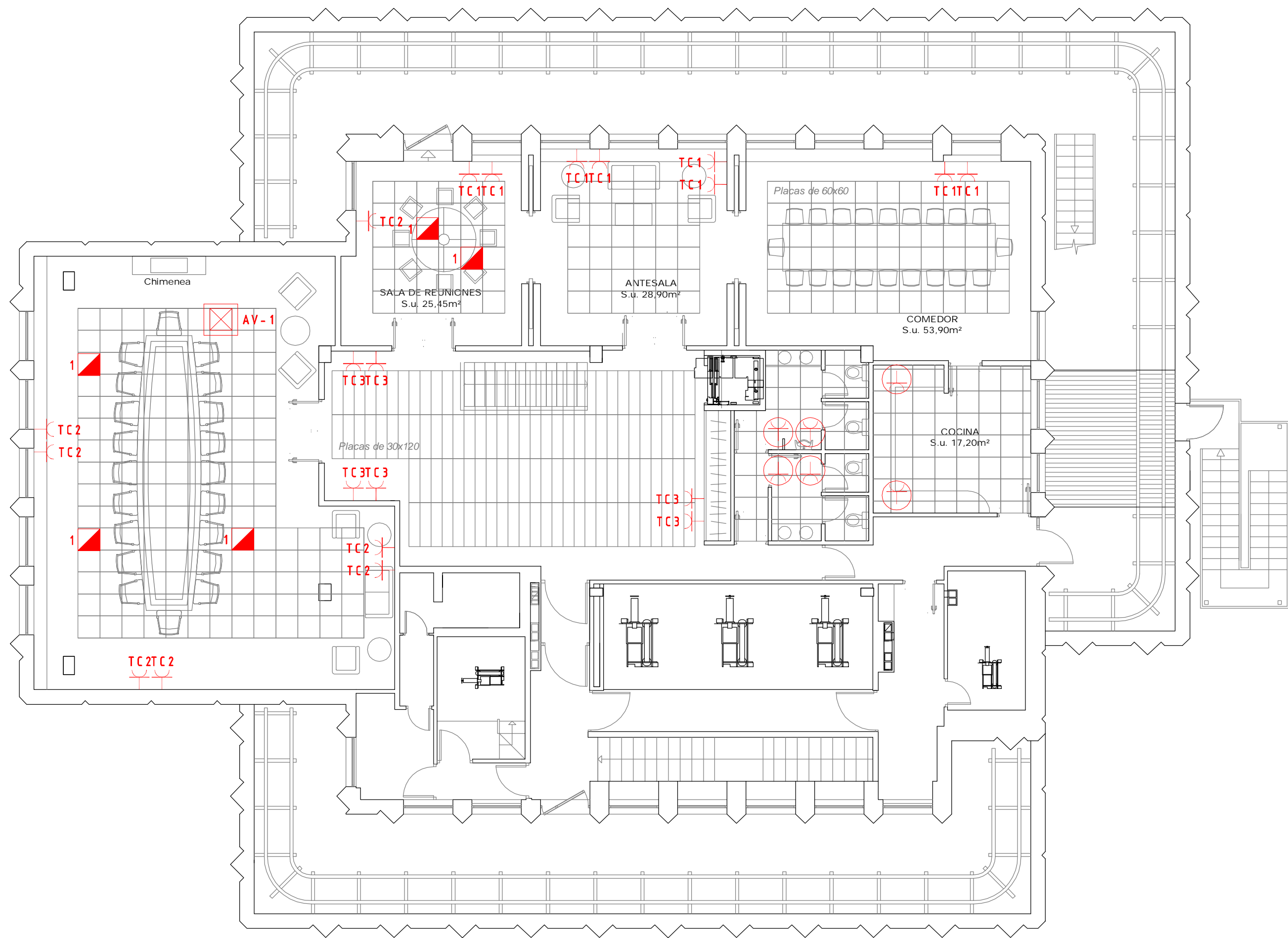
LEYENDA DE ALUMBRADO:

	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH		PHILIPS FBH024 2XPL-C/2P18W FRG
	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		INTERRUPTOR SENCILLO SERIE JUNG ACERO
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH		CONMUTADOR SENCILLO JUNG ACERO
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		DETECTOR DE PRESENCIA
	PHILIPS TBS460 4XTL5-14W HFP D8-VH		DETECTOR DE PRESENCIA
	PHILIPS TBS770 3XTL5/8ES/827/865 HFD AC-MLQ		PHILIPS TCW060 2XTL-D 28W HF
	PHILIPS BBS160 D225 1XRDL2000/830		BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA ESTANCO
	PHILIPS BBG463 1XLED-40-2700-GU10		




UNIVERSIDAD
CARLOS III
DE MADRID

ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ			
PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III			
SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33			
Nº PLANO:	PLANO:	7.2 ALUMBRADO PLANTA 16	
ESCALA:	1/100@A2	FECHA:	JULIO/2013
PFC			




LEYENDA DE FUERZA:

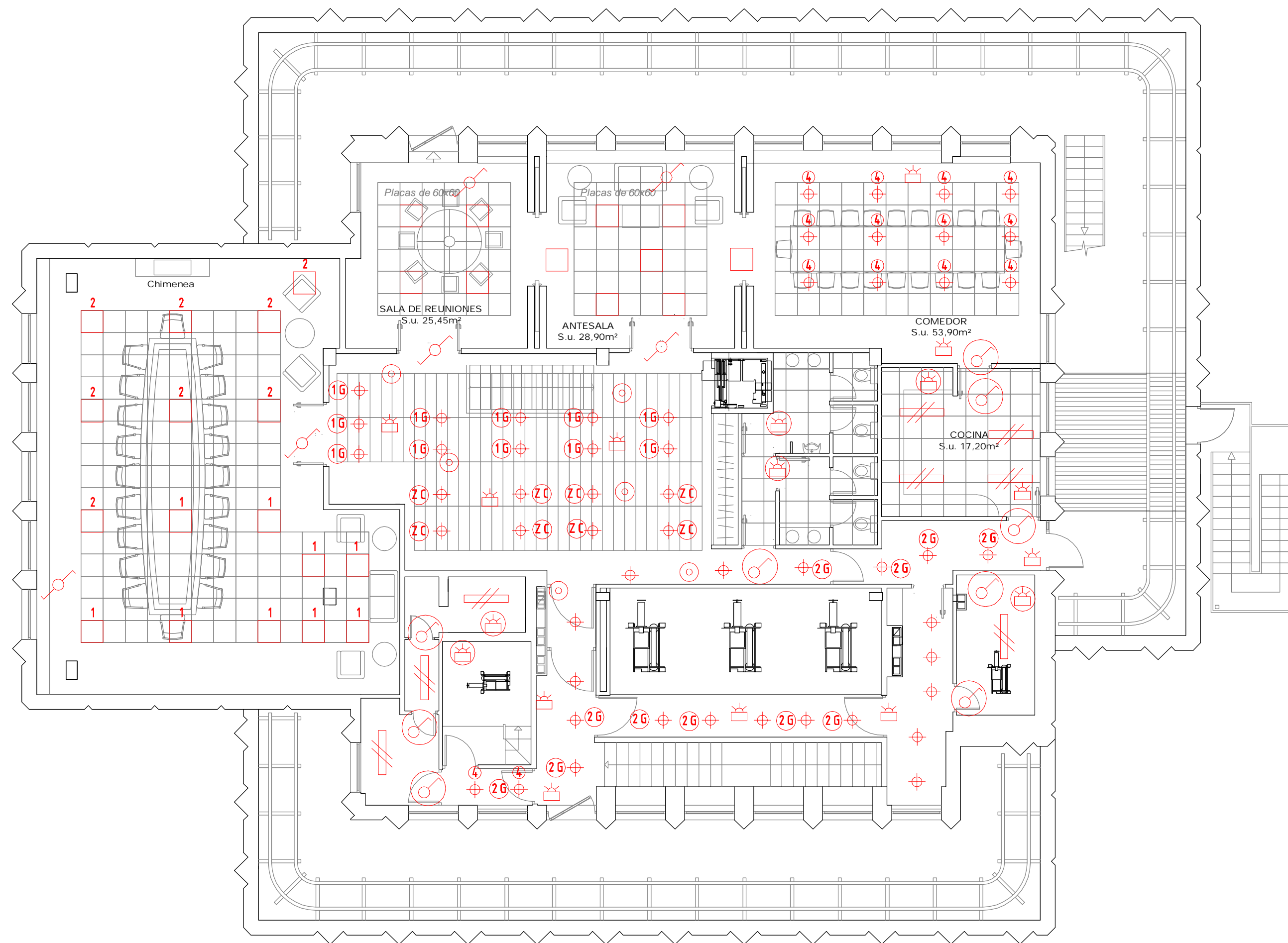
-  PTOS DE TRABAJO
- 2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (RED)
- 2 TOMAS DE CORRIENTE SCHUKO DE 2P+16A (SAI)
- VOZ Y DATOS

-  TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A

-  TOMA DE CORRIENTE 2P+T 16A (ESTANCO)

-  CONJUNTO AUDIOVISUALES EMPOTRADO EN PARED EQUIPADO CON:
- 1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A BLANCA
- 1 TC SCHUKO DE 2P+T 16A ROJA
- 2 PUNTOS DE DATOS CAT6
- 1 TOMA VGA
- 1 TOMA RCA (L/R/V)

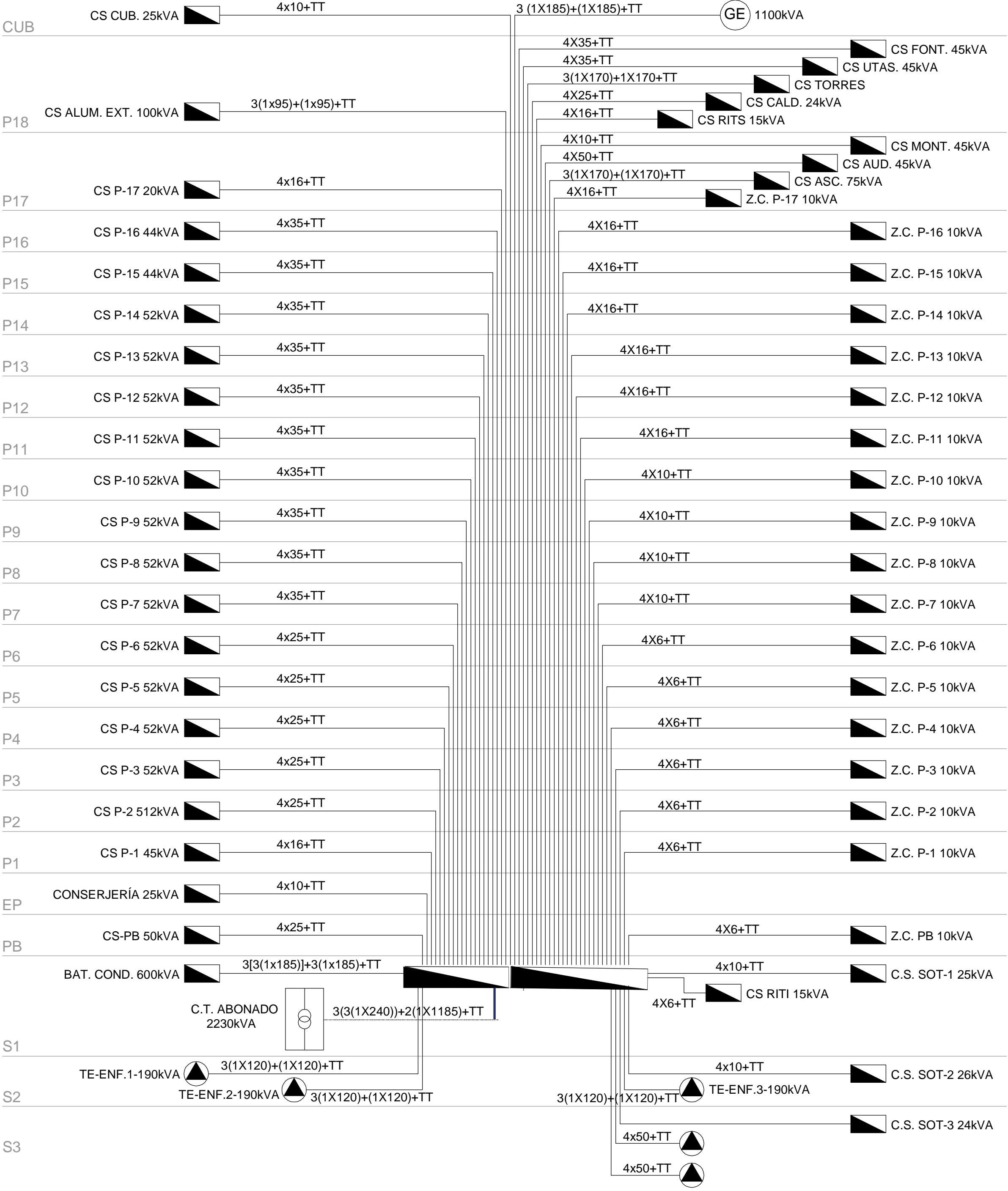
 UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
	PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
	SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
	Nº PLANO:	PLANO:	
	8.1 FUERZA PLANTA 17		
ESCALA:	1/100@A2	FECHA:	JULIO/2013
			PFC



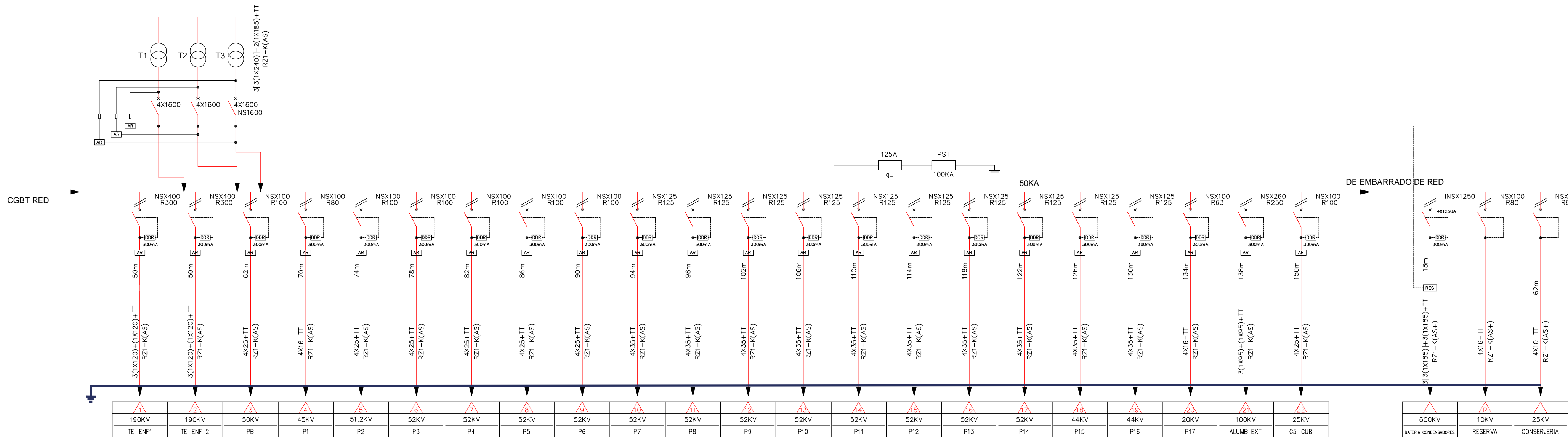
LEYENDA DE ALUMBRADO:					
	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH		PHILIPS TBS770 3XTL5/8ES/827/865 HFD AC-MLQ		CONMUTADOR SENCILLO JUNG ACERO
	PHILIPS TBS460 2XTL5-25W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		PHILIPS BBS160 D225 1XRDL2000/830		DETECTOR DE PRESENCIA
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH		PHILIPS BBG463 1XLED-40-2700-GU10		PHILIPS TCW060 2XTL-D 28W HF
	PHILIPS TBS460 3XTL5-14W HFP D8-VH CON BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA		PHILIPS FBH024 2XPL-C/2P18W FRG		BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA ESTANCO
	PHILIPS TBS460 4XTL5-14W HFP D8-VH		INTERRUPTOR SENCILLO SERIE JUNG ACERO		

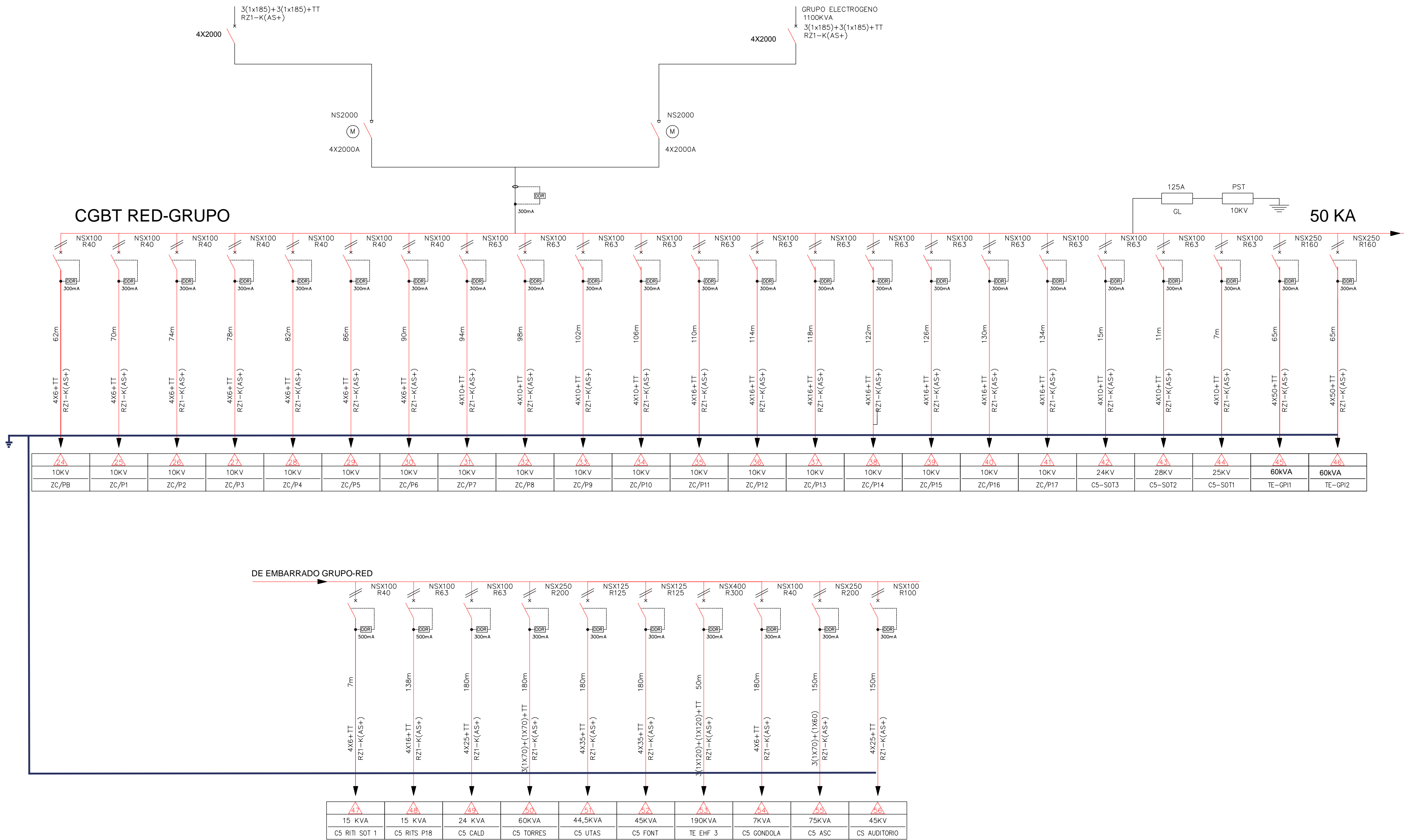
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ALUMNO:	BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
PROPIEDAD:	UNIVERSIDAD CARLOS III		
SITUACIÓN:	PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
Nº PLANO:	PLANO:		
8.2		ALUMBRADO PLANTA 17	
ESCALA:	1/100@A2	FECHA:	JULIO/2013
		PFC	

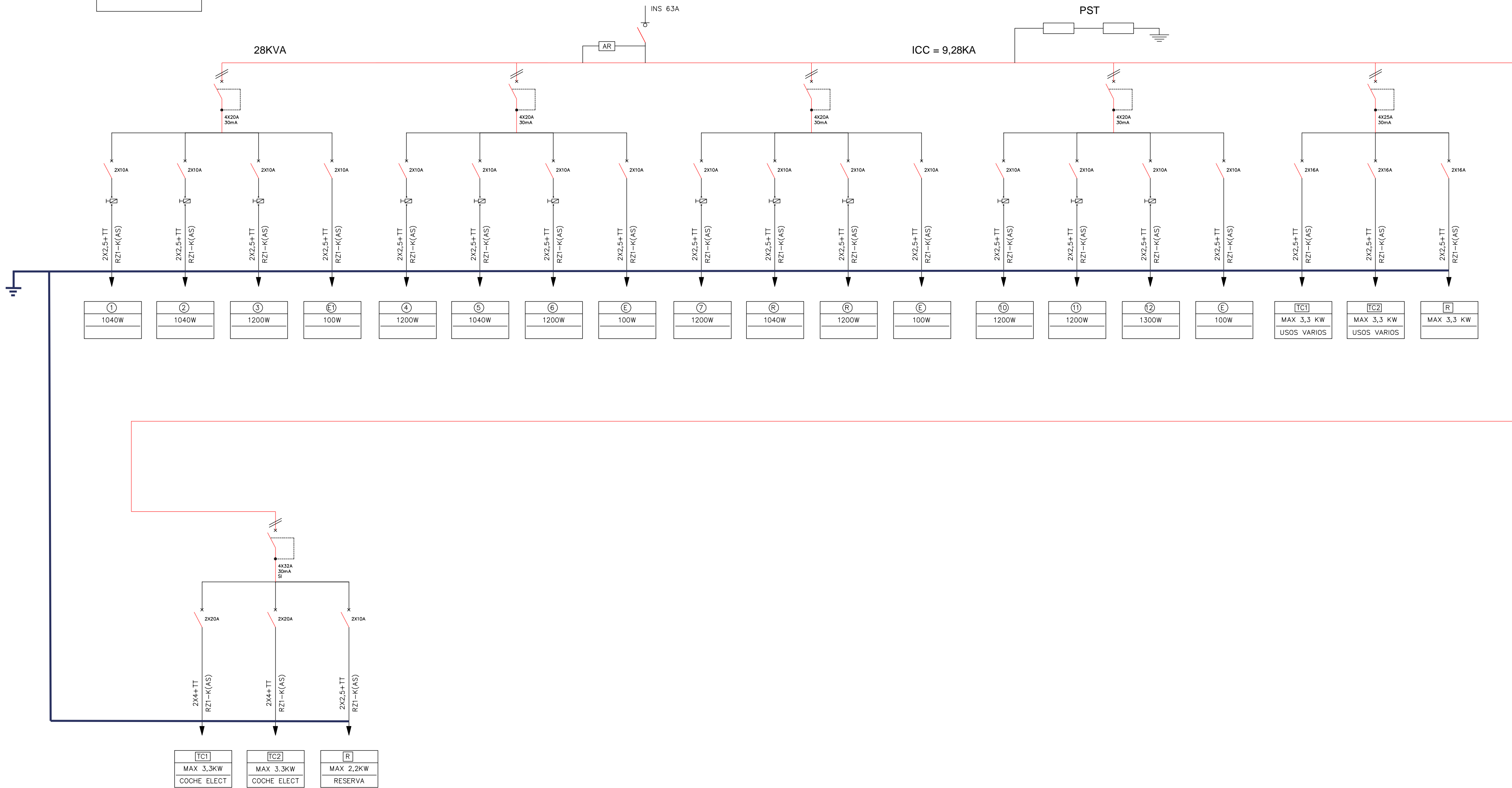


 UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
	PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
	SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
	Nº PLANO:	PLANO:	
	ESCALA:		





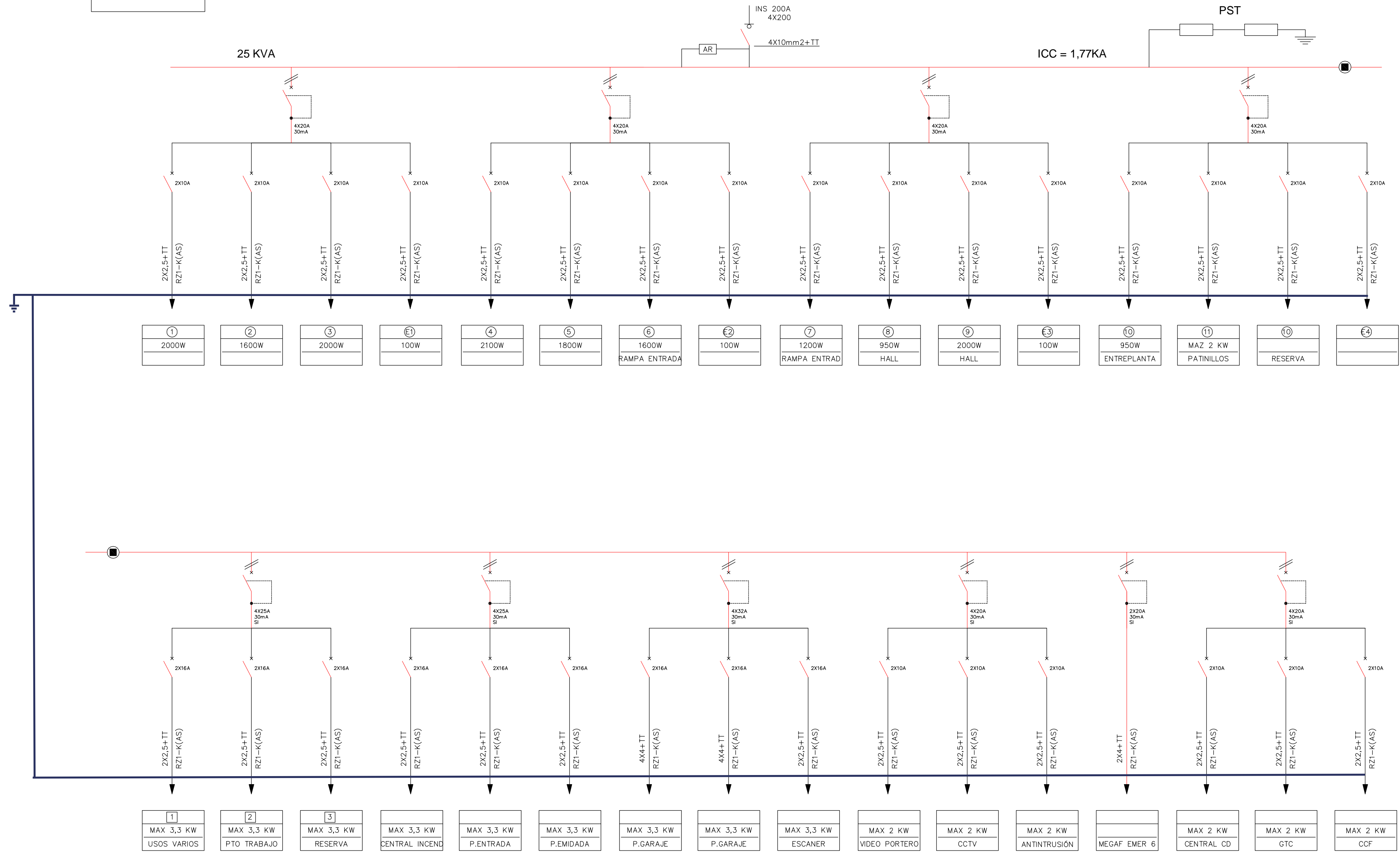
CS SOTANOS



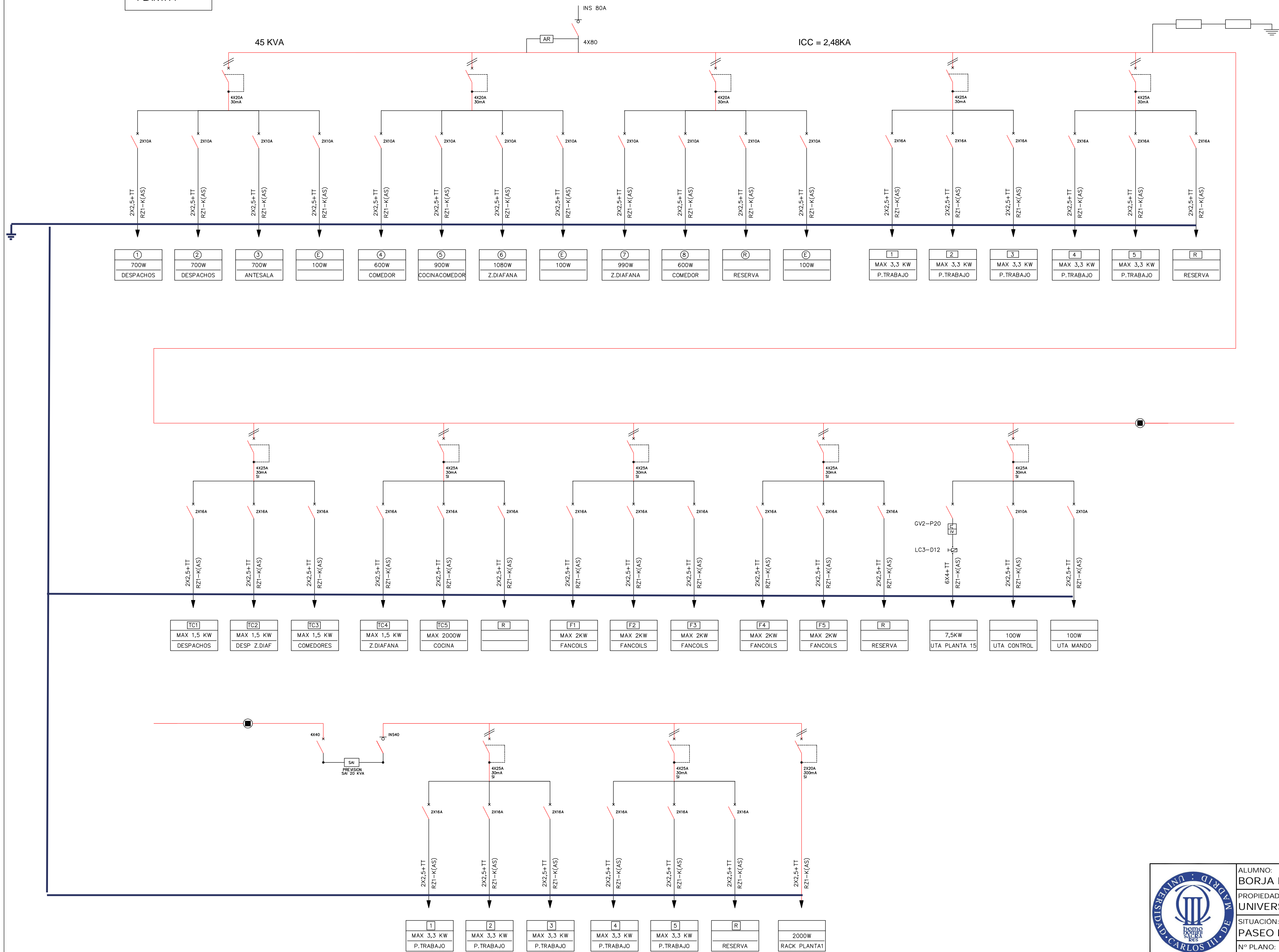
(GRUPO RED)



CS CONSERJERIA



PLANTA 1



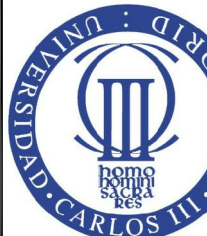
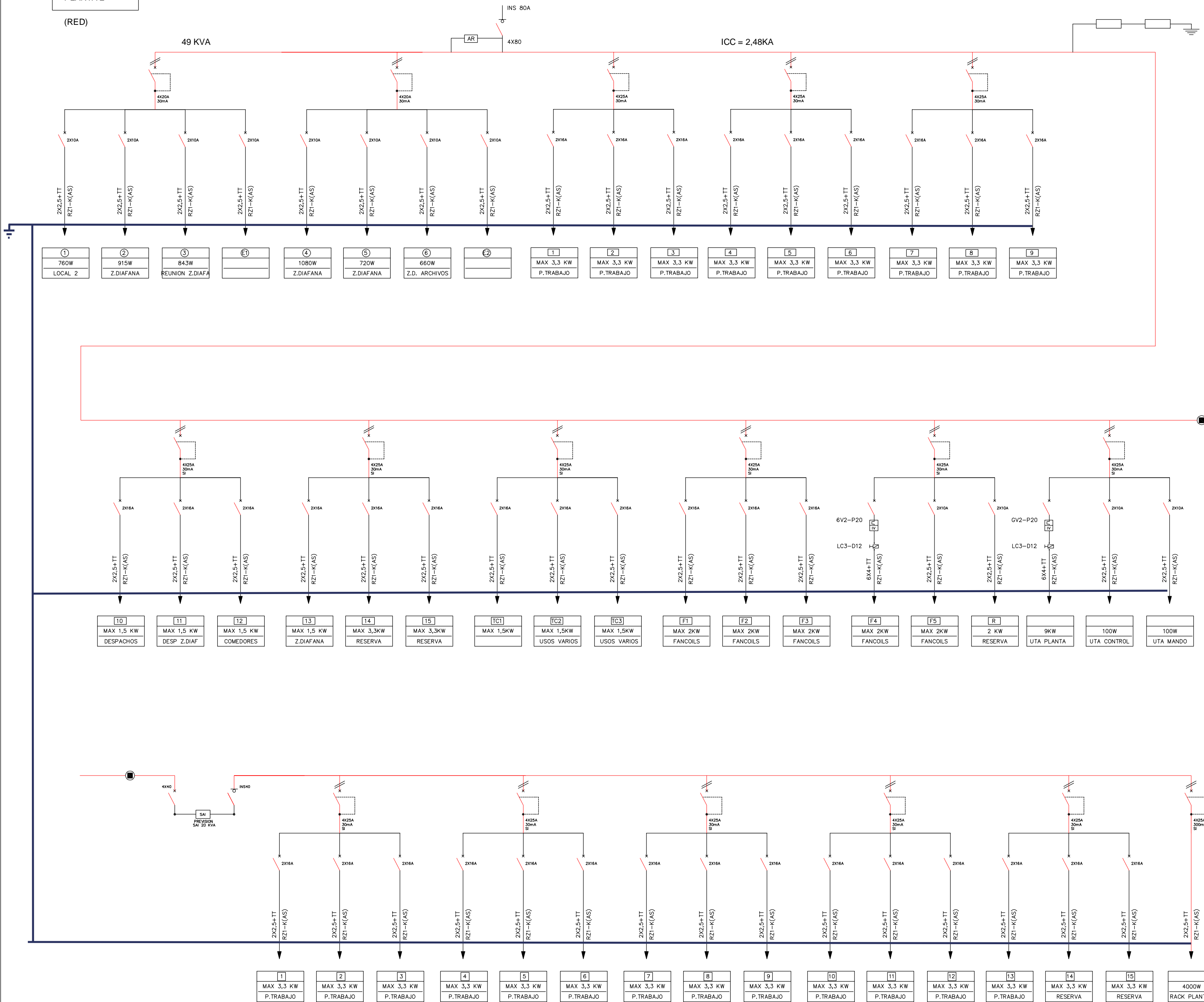


UNIVERSIDAD
CARLOS III
DE MADRID

ALUMNO: BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CARLOS III		
SITUACIÓN: PASEO DE LA CASTELLANA nº 33		
Nº PLANO:	PLANO:	
9.8 CS PLANTA 1 (RED)		
ESCALA:	s/e	FECHA: JULIO/2013
PFC		

PLANTA 2

(RED)



UNIVERSIDAD
CARLOS III
DE MADRID

ALUMNO:
BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

PROPIEDAD:
UNIVERSIDAD CARLOS III

SITUACION:
PASEO DE LA CASTELLANA nº 33

Nº PLANO:

PLANO:
9.9 CS PLANTA 2 (RED)

ESCALA:

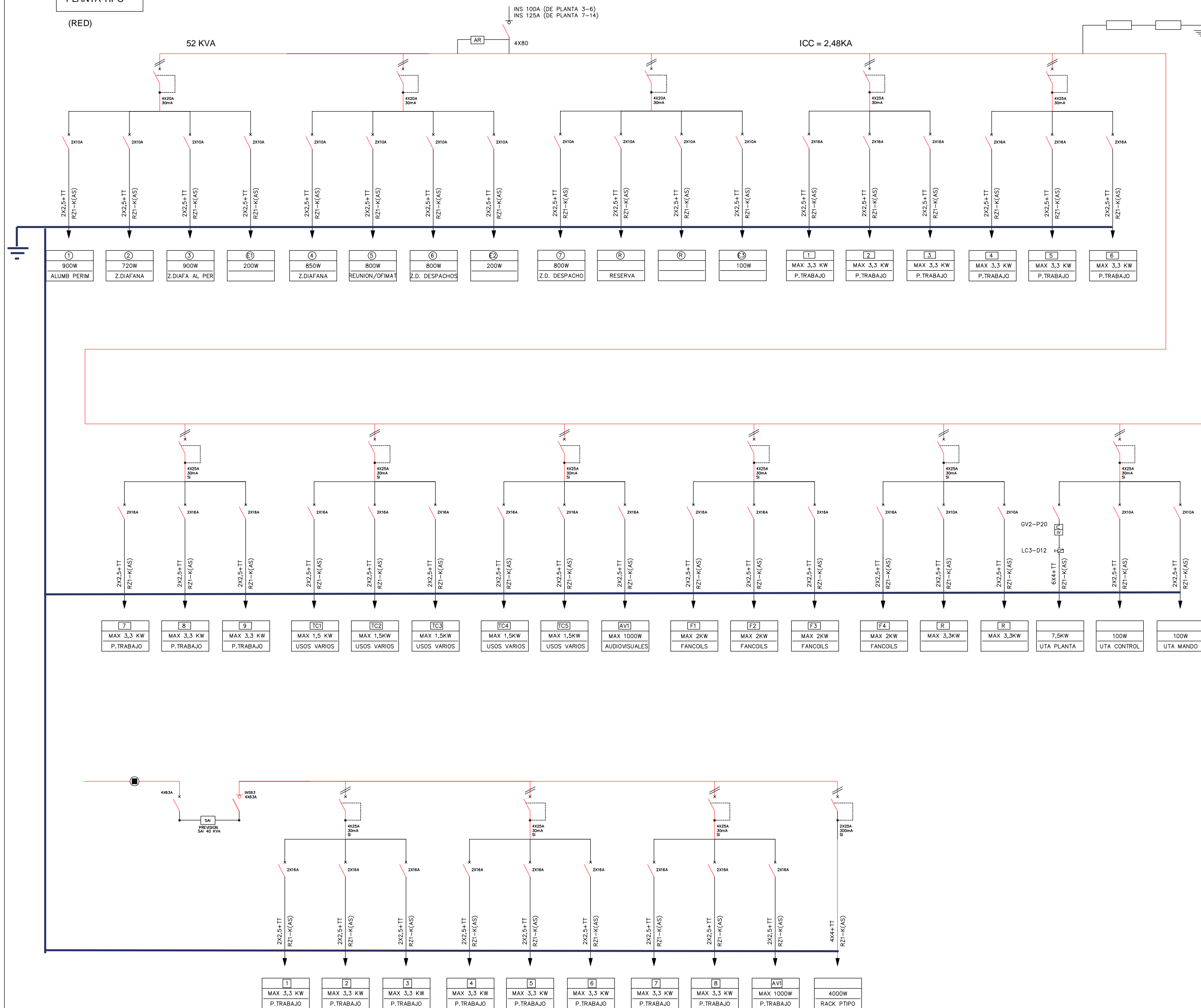
s/e

FECHA:

JULIO/2013

PFC

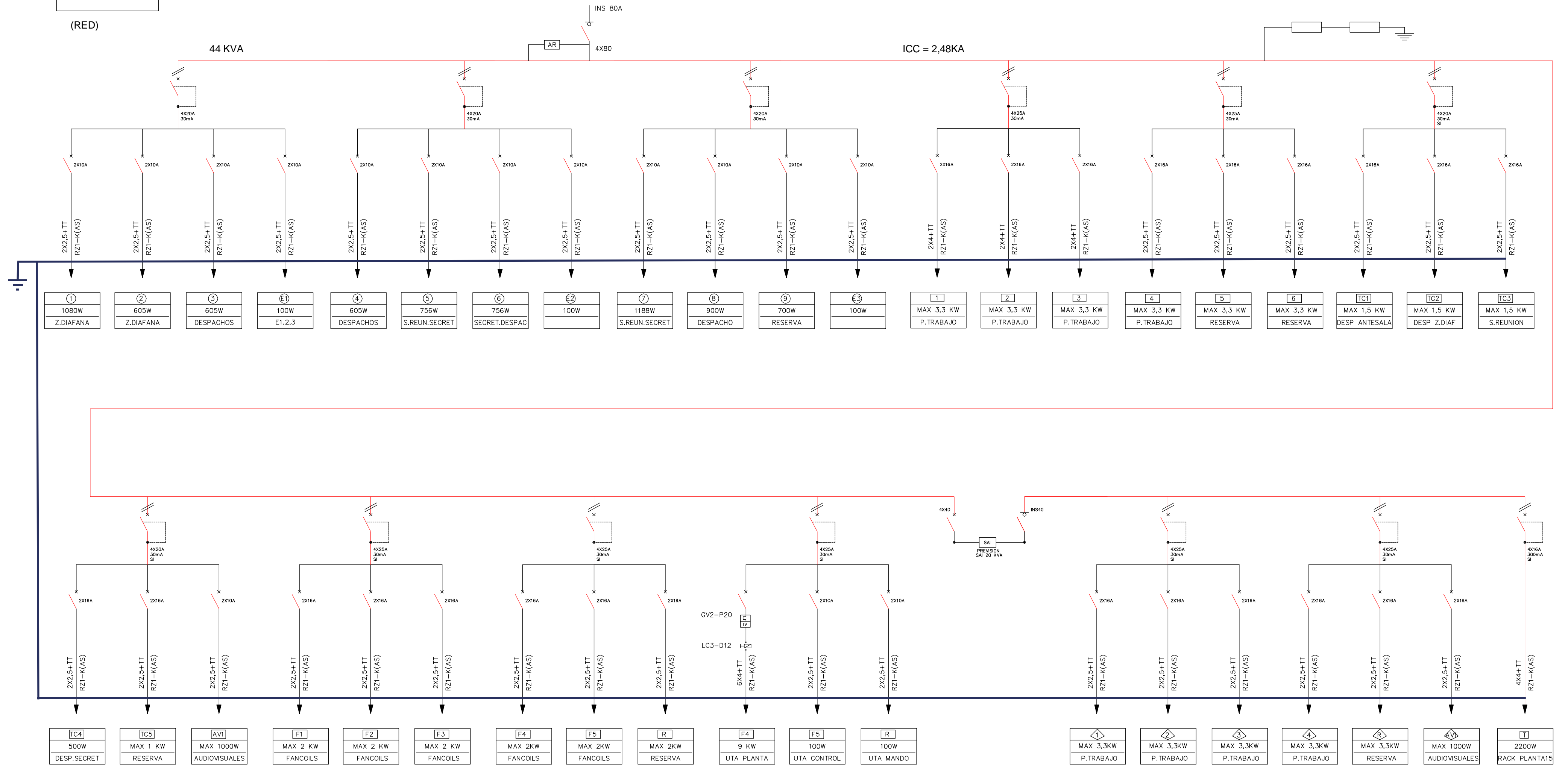
(RED)



	ALUMNO:		
	BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
	PROPIEDAD:		
	UNIVERSIDAD CARLOS III		
	SITUACIÓN:		
PASEO DE LA CASTELLANA nº 33			
Nº PLANO:		PLANO:	
9.10		CS PLANTA TIPO (RED)	
ESCALA:		FECHA:	
s/e		JULIO/2013	PFC

PLANTA 15

(RED)



ALUMNO:
BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

PROPIEDAD:
UNIVERSIDAD CARLOS III

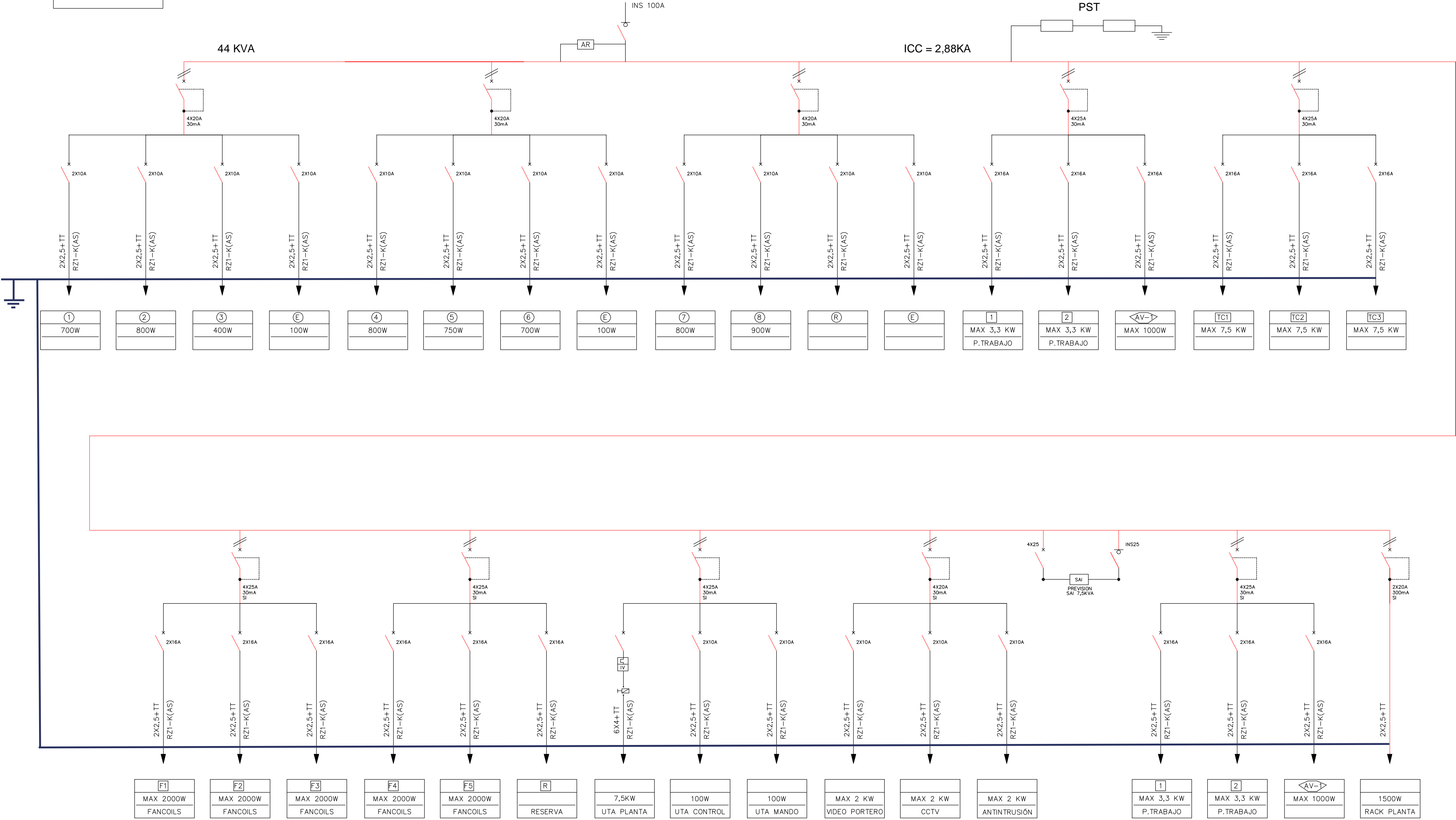
SITUACIÓN:
PASEO DE LA CASTELLANA nº 33

Nº PLANO:	PLANO:
-----------	--------

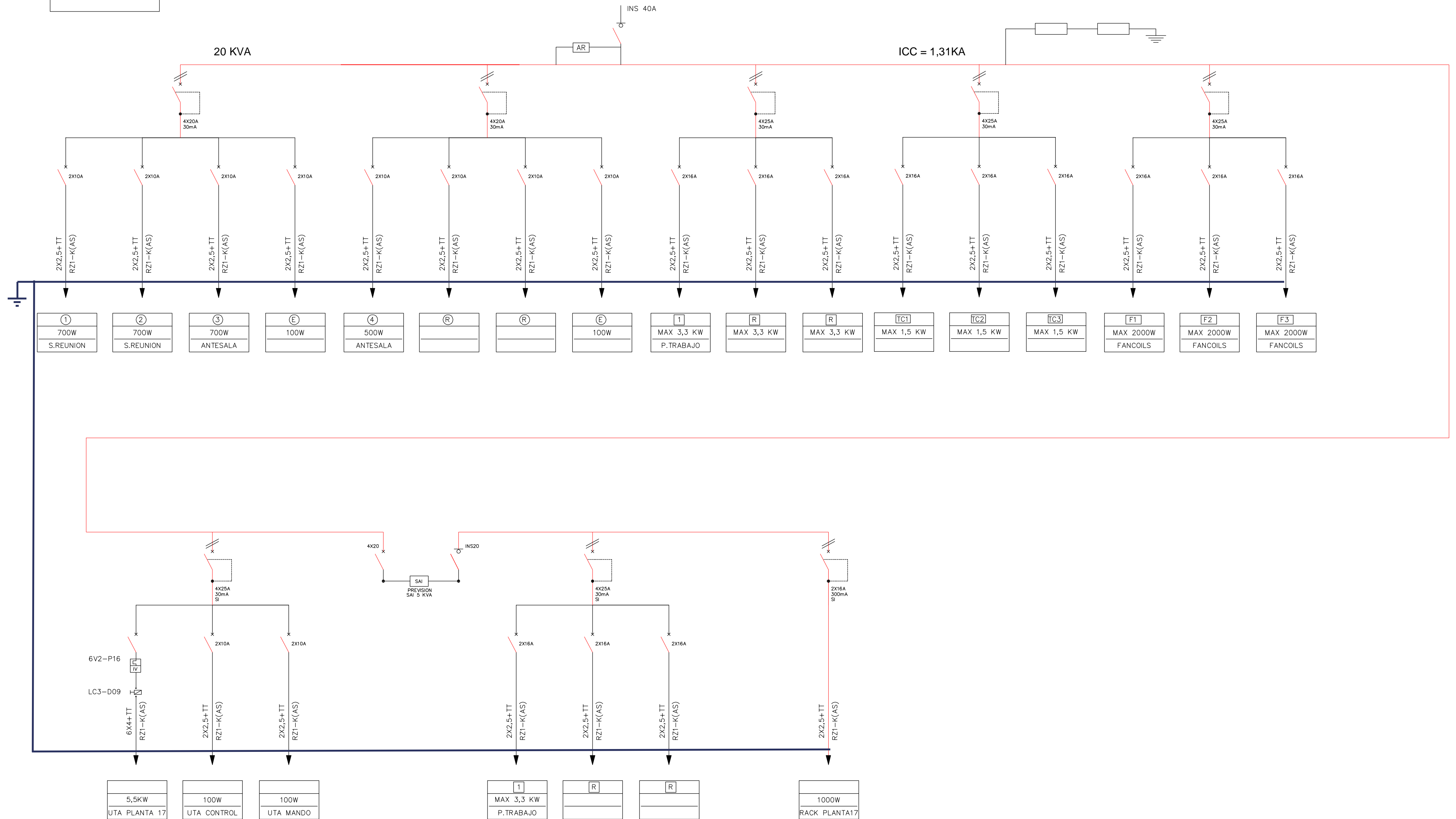
9.11	CS PLANTA 15 (RED)
------	--------------------

ESCALA:	s/e	FECHA:	JULIO/2013	PFC
---------	-----	--------	------------	-----

CS PLANTA 16



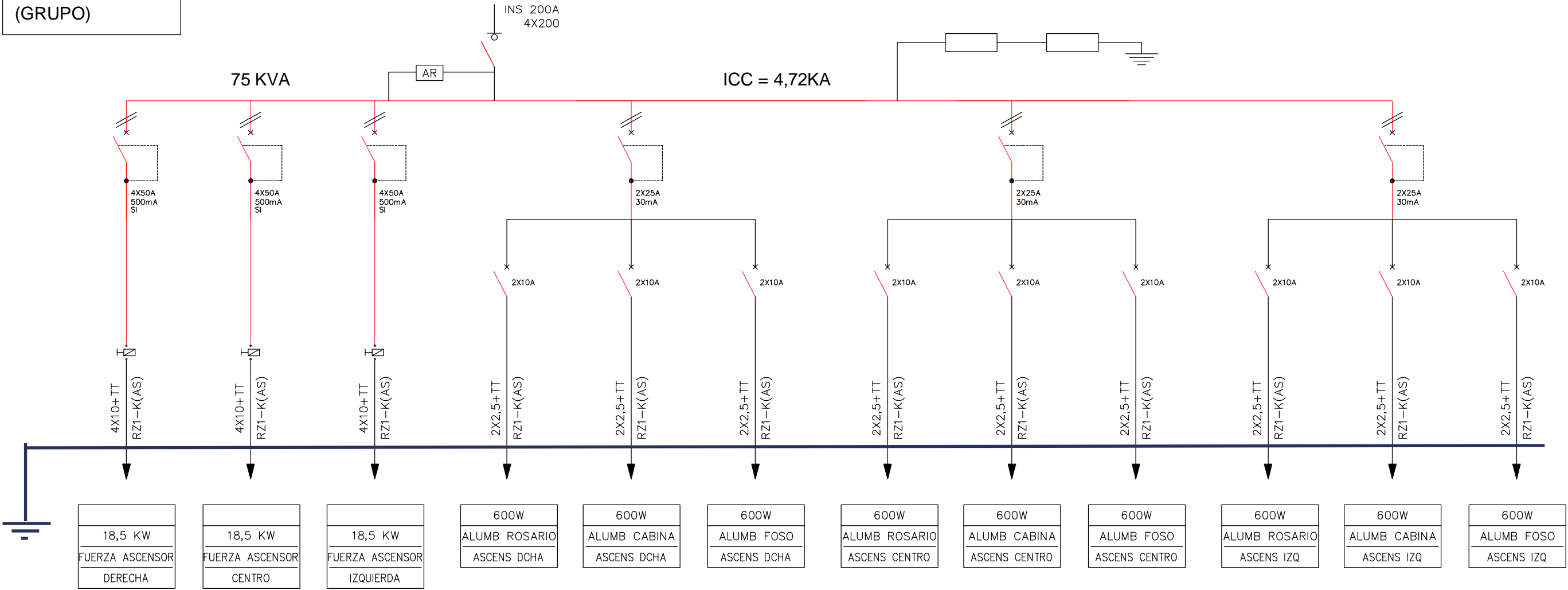
CS PLANTA 17



	ALUMNO:		
	BORJA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ		
	PROPIEDAD:		
	UNIVERSIDAD CARLOS III		
	SITUACIÓN:		
PASEO DE LA CASTELLANA nº 33			
Nº PLANO:		PLANO:	
9.13		CS PLANTA 17 (RED)	
ESCALA:		s/e	FECHA: JULIO/2013
		PFC	

Nº PLANO:		PLANO:	
9.13		CS PLANTA 17 (RED)	
ESCALA:		FECHA:	
s/e		JULIO/2013	PFC

CS ASCENSORES
(GRUPO)



CS MONTACARGAS
(GRUPO)

